

WOMAG

Kompetenz in Werkstoff und funktioneller Oberfläche



Direkt zur Website!

Inhouse Labor: Fachkräftemangel? Hohe Betriebskosten? **Wir sind die Problemlöser!**

Die verstärkte Konzentration großer Fachfirmen führt dazu, dass der Support für kleine und mittlere Kunden immer schwieriger wird. Wir bieten die Möglichkeit ihr Labor zu sein, ohne laufende Kosten, ohne großen Personalaufwand und ohne Sorgen.

Diesen Service bieten wir auch kleineren Fachfirmen und Beratern der Galvanotechnik in Form einer Co-Brand-Partnerschaft an, bei der wir unter Ihrem Namen agieren. Brenscheidt Galvanik Service – skalierbar, zuverlässig, schnell.

ib!
+
GALVANIK
SERVICE

Zum Dümpe! 60
59846 Sundern-Stemel
0 29 33 - 80 64 9 - 09
www.galvanikservice.de

WERKSTOFFE

Energieverbrauch beim Umformen und Zerspanen reduzieren

OBERFLÄCHEN

Wie Anforderungen an technische Sauberkeit beherrschbar bleiben

WERKSTOFFE

Lasertechnologien für die Zukunft der Wasserstoffwirtschaft

OBERFLÄCHEN

Ultradünne, harte und nachhaltige Antihafbeschichtung

OBERFLÄCHEN

Aus 4 mach 2 – Kondensationstrocknung mit Wärmepumpe

SPECIAL

Virtual Reality –
Eine Chance für die Industrie

NOVEMBER 2024

Branchen-News täglich: womag-online.de

RENNER
BESTSELLER



UNSERE BESTEN: DIE RENNER ECO-LINE.

renner-pumpen.de



RENNER
PUMPEN UND FILTER

IHR PARTNER FÜR OBERFLÄCHEN- TECHNOLOGIEN

BERATUNG | SCHULUNG | WEITERBILDUNG | OBERFLÄCHENTECHNOLOGIEN | FORSCHUNGSPROJEKTE



SCHWERPUNKTTHEMEN

- Plasma-, Dünnschichttechnik (ALD, PVD, PECVD, Parylene)
- Innovative Reinigungsverfahren
- Oberflächen- und Grenzflächenanalytik
- Korrosions-/Auslagerungstests



Steinbeis-Transferzentrum
Oberflächen- und
Beschichtungstechnik

Züricher Str. 6 | 78628 Rottweil
Prof. Dr. Volker Bucher | volker.bucher@stw.de



www.steinbeis.de/su/1877

2019/90-2024-10-28 | © Bild: CARL HAAS GmbH | Ein Druckerzeugnis der Steinbeis GmbH & Co. KG für Technologietransfer



Steinbeis

Steinbeis ist mit seiner Plattform ein verlässlicher Partner für Unternehmensgründungen und Projekte. Wir unterstützen Menschen und Organisationen aus dem akademischen und wirtschaftlichen Umfeld, die ihr Know-how durch konkrete Projekte in Forschung, Entwicklung, Beratung und Qualifizierung unternehmerisch und praxisnah zur Anwendung bringen wollen. Über unsere Plattform wurden bereits über 2.000 Unternehmen gegründet. Entstanden ist ein Verbund aus 5.100 Expertinnen und Experten in rund 1.100 Unternehmen, die jährlich mit mehr als 10.000 Kunden Projekte durchführen. So werden Unternehmen und Mitarbeitende professionell in der Kompetenzbildung und damit für den Erfolg im Wettbewerb unterstützt.

www.steinbeis.de

Chancen trotz schwierigem Umfeld



Seit geraumer Zeit steht die Industrie – von kleinen und mittleren Unternehmen bis hin zur Großindustrie – unter erheblichem Druck. Energie- und Ressourcenknappheit, Bürokratie oder Transformation fordern immense Anstrengungen in nahezu allen Fachbereichen, die sich mit der Herstellung der unterschiedlichsten Produkte, von der kleinsten Schraube bis zu den größten Maschinen, befassen. Hinzu kommt der zunehmende Konkurrenzdruck durch die Realität gewordene Globalisierung, insbesondere durch Unternehmen, die in Ländern mit geringeren Kosten für Arbeitskraft, Energie oder Rohstoffe

agieren. Besonders betroffen davon ist die Automobilindustrie durch die Forderung nach einer weitgehenden Umstellung auf Elektromobilität.

Um die bestehenden Herausforderungen zu bewältigen, müssen Entwicklungen auf breiter Front erfolgen. Dies bedeutet beispielsweise, dass eingefahrene Verfahren auf den Prüfstand kommen und die eine oder andere Technologie verbessert wird – eventuell auch aufgegeben werden muss. Wie die verschiedenen Entwicklungen, die in der WOMag auch in diesem Monat wieder vorgestellt werden, zeigen, nimmt die Vielfalt der Technologien für die Werkstoffbearbeitung zur Herstellung von Produkten zu.

Im Beitrag über die Reinigung von Werkstoffoberflächen unter Einsatz von Plasma (Seite 19ff) wird deutlich, wie wichtig es ist, die durch eine Bearbeitung erzeugten Ergebnisse, zum Beispiel im Hinblick auf die Eigenschaften einer Oberfläche, detailliert zu benennen. Daraus ergibt sich oftmals eine neue und bessere Einsatzmöglichkeit oder eine effizientere Nutzung von Produkten oder Produkteigenschaften. Im genannten Beitrag geht es um die Sauberkeit einer Oberfläche und der daraus folgenden Steigerung der Leistungsfähigkeit durch bessere Einstellung der Reibwerte, höhere Sicherheit bei der Montage und Vereinfachung der Arbeitsprozesse.

Den Vorteil der Sauberkeit haben viele Fertigungsbetriebe erkannt und intensivieren den Einsatz von unterschiedlichen Verfahren in ihren Fertigungslinien. Wichtig ist es zudem, die entstehenden Vorteile einem breiten Kreis an Fachleuten zugänglich zu machen und damit einen weiteren kleinen Schritt zur Aufrechterhaltung und Optimierung unserer Arbeitswelt zu tun.

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.



PSP 2036

JETZT MIT BIS ZU

2000 A



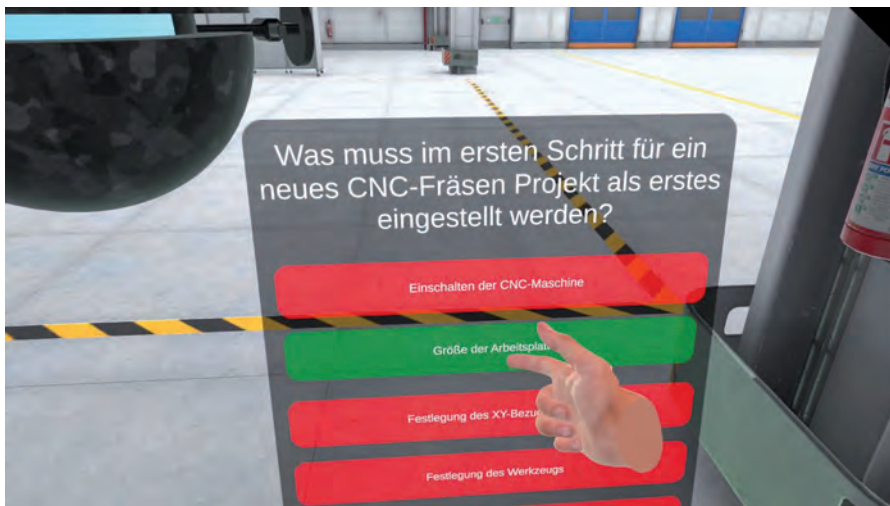
GAMMA L3+

MUNK GmbH

Gewerbepark 8+10 | 59069 Hamm-Rhynern
Tel.: +49 2385 74-0 | Mail: vertrieb@munk.de

www.munk.de | [f](#) [in](#) [yt](#)

INHALT



12 Effizienzsteigerung und Modernisierung in der Industrie durch VR



19 Plasmaoberflächentechnik



6 Wasserstoffwirtschaft wird durch Einsatz von Lasertechnik optimiert



28 Ausbildung abgeschlossen

WERKSTOFFE

- 4** Reduzierter Energieverbrauch beim Umformen und in der Zerspanung durch EmulDan
- 6** Lasertechnologien für die Zukunft der Wasserstoffwirtschaft
- 8** Bessere Batteriezellen durch robuste Laserschweißprozesse
- 9** Kilowatt-Boost für die UKP-Materialbearbeitung
- 12** Virtual Reality – Das Reale im Virtuellen – Eine Chance für die Industrie
- 14** Doppelter Erfolg: Zwei neue Forschungsgroßgeräte für die HFU
- 14** Mit Digitalisierung CO₂ einsparen
- 15** Alkalisches Ätzen von Aluminium neu gedacht

OBERFLÄCHEN

- 16** Aus 4 mach 2 – Kondensationstrocknung mit Wärmepumpe
- 18** Internationaler Wissenstransfer auf der PSE 2024
- 19** Wie Anforderungen an technische Sauberkeit auch zukünftig beherrschbar bleiben
- 21** Innovative Oberflächentechnik mit eiffo
- 22** Ultradünne, harte und nachhaltige Antihafbeschichtung
- 23** Dörken zieht positives Fazit nach WindEnergy Hamburg
- 24** Innovation: Zugpferd für die Oberflächenbranche der Zukunft – Bericht über die ZVO-Oberflächentage 2024 in Leipzig – Teil 2



16 Bessere Qualität und Energieeffizienz durch Wärmepumpentechnologie



31 Ausbildung von Fachpersonal für die Behandlung von Aluminium

BERUF + KARRIERE

28 Fachkräfte für die Oberflächentechnik

29 Materialforschung mit Röntgenlasern für Freiburger Studierende

UNTERNEHMENSINFORMATIONEN

30 Munk GmbH – Clean Lasersysteme GmbH

VERBÄNDE

31 Erfolgreiche Premiere des VOA-Labor-Workshops für Eloxierer

32 Deutsche Gesellschaft für Galvano- und Oberflächentechnik e.V. – Aluminium Deutschland e.V.

Zum Titelbild: Das Unternehmen Brenscheidt Galvanik Service bietet umfangreiche Dienstleistungen für Unternehmen im Bereich Galvanotechnik im Hinblick auf Fertigungsbetreuung und Entwicklung. www.galvanikservice.de

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

Erscheinungsweise

10 x jährlich, wie in den Mediadaten 2024 angegeben

Herausgeber und Verlag

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

Verlagsleitung

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

Redaktion/Anzeigen/Vertrieb/Abo

siehe Verlagsleitung

Bezugspreise

Jahresabonnement für WOMag-Online:
 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. 13 vom 10. Oktober 2023

Inhalt

WOMag berichtet über:

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

Leserkreis:

WOMag ist die Fachzeitschrift für Fachleute aus dem Bereich 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 Verlags 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

Reduzierter Energieverbrauch beim Umformen und in der Zerspanung durch EmulDan

EmulDan steht für Energieeffizienz in der Produktion durch multivalente Datennutzung. Im gleichnamigen Verbundprojekt belegten das Fraunhofer IWU und seine Industriepartner, dass deutlich verbrauchsärmere Prozessrouten bei gleichbleibender Bauteilqualität möglich sind, teilweise lässt sich sogar die Bearbeitungsdauer verkürzen. Zudem werden Prozesse konsequent energieeffizient ausgelegt und der Wartungsaufwand bei Produktionsmitteln sinkt. EmulDan setzt bei der Architektur der Datenerfassung an und liefert wichtige Erkenntnisse sowohl für KI-basierte Modelle als auch für verbesserte manuelle Steuerungsmöglichkeiten.

Daten sind das Gold der Industrie 4.0: Sie werden benötigt, um in hochspezialisierten Prozessen Maschinen und Anlagen zu steuern. Sensoren überwachen diese Prozesse und erzeugen damit große Mengen neuer Daten. Als Grundlage für Anwendungen der KI und des Maschinellen Lernens sind an den Wirkstellen erfasste Daten besonders interessant, wenn sie zusammengeführt, in ein einheitliches Datenmodell überführt und damit in ihrer Gesamtheit ausgewertet werden können. Erst dann können diese Daten wertschöpfend eingesetzt werden, also zur kontinuierlichen Verbesserung der Produktion.

Vernetzte Maschinen, maßgeschneiderte Informationen

Die Linked-Factory-Datenarchitektur ist eine am Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU entwickelte Vision von einer durchgängigen digitalen Repräsentation aller Produkte, Prozesse und Maschinen in Unternehmen. Neben einzelnen Maschinen sind so auch Logistikprozesse oder die Gebäudeleittechnik integrierbar. Als zentrales Element erlaubt ein Wissensgraph die Verknüpfung von unterschiedlichsten Daten, um daraus aktuelle Informationen zu generieren.

Wichtig dabei: Wenn große Datenmengen zu Informationen verarbeitet und bereitgestellt werden gilt es als besonders wichtig, dass einzelne Datenpakete die Mitarbeitenden bei ihren Aufgaben unterstützen und nicht zusätzlich belasten. *Kontextbasierte Bereitstellung* lautet hier das Schlüsselwort. Denn ein Fertigungsleiter benötigt andere Informationen als eine Maschinenbedienerin oder ein Instandhalter, der mit Wartungsarbeiten beschäftigt ist. Jeder Mitarbeitende wird also in Abhängigkeit von seinem Verantwortungsbereich versorgt.

Zentrale Herausforderungen auf dem Weg zu einer perfekt vernetzten Fabrik sind intelligent verknüpfte Steuerungen und geeignete

te Schnittstellen, damit alle relevanten Daten extrahiert und zielgenau wieder eingespeist werden können.

EmulDan: Basis für informierte Entscheidungen und Maschinelles Lernen

Neben der Datenarchitektur sind die in EmulDan erarbeiteten KI-Modelle ein wichtiger Schritt für durchgängige digitale Zwillinge. In Fertigungsbereichen mit niedrigem Automatisierungsgrad können solche Anwendungen des Maschinellen Lernens helfen, Planer, Entscheiderinnen oder Mitarbeitende in der Produktion optimal bei der Entscheidungsfindung zu unterstützen, indem Trends aufgezeigt werden. Sogenannte Drifts, bei denen sich die Fertigung eines Bauteils der Toleranzgrenze nähert, werden beispielsweise früher erkennbar.

Im Projekt EmulDan konzentrierten sich die Projektpartner auf die Energieeffizienz. Dabei durften bei den klassischen Steuerungsbeziehungsweise Messgrößen wie Herstellungszeit, -kosten und Produktqualität keine Verschlechterungen hingenommen werden.

Ihre Ergebnisse stellen die Partner nun anhand von Demonstratoren vor, die erhebliche Energieeinsparpotenziale in Fertigungsverfahren der Warmumformung, der Kaltumformung und der Zerspanung deutlich machen.

Presshärten, Warmumformung

Das Presshärten kombiniert die Vorteile der Umformung und der Wärmebehandlung in einem einzigen Schritt. Es erlaubt die Herstellung hochfester und gleichzeitig besonders leichter Karosserieteile, beispielsweise B-Säulen in Automobilen. Im Projekt wurde ein Bor-Mangan-Blech auf über 900 °C erwärmt und anschließend in einem Formwerkzeug umgeformt und abgekühlt (Abb. 1). Durch die schnelle Abkühlung des Bauteils während und nach der Umformung wandelt sich sein Gefüge in eine martensitische Struktur, was zu einer hohen Härte und Festigkeit führt.

Dieser Herstellungsprozess benötigt viel Energie, die Frage nach Einsparmöglichkeiten liegt also nahe. Für eine datenbasierte Prozesssteuerung erfassten die Projektpartner

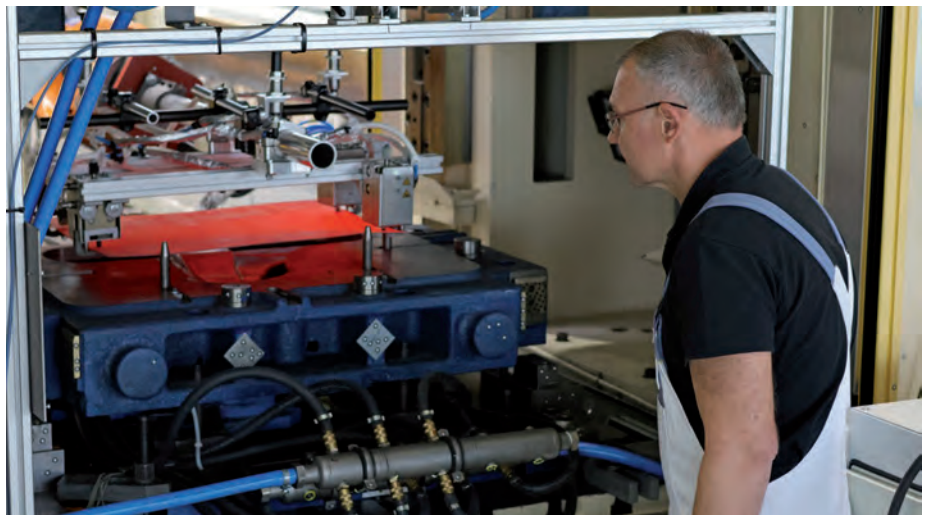


Abb. 1: Presshärten: erwärmtes Blech (Platine) kurz vor der Umformung in der Presse; im Projekt EmulDan werden Energieeinsparpotenziale durch gezielte Temperaturanpassungen innerhalb der Toleranzbereiche aufgezeigt
(Bild: Fraunhofer IWU)

alle praxisrelevanten Fertigungsdaten aus Einzelprozessen sowie Prozessketten und erstellten Prozessmodelle zur Vorhersage von Energiebedarf und Bauteilqualität in verschiedenen Optimierungsszenarien. Als besonders hilfreich erwiesen sich hybride Prozessmodelle auf der Basis des sogenannten digitalen Zwillings. Das Ergebnis: Ein Energieeinsparpotenzial von bis zu 20 Prozent ergibt sich aus der Kombination mehrerer angepasster Prozessparameter.

Kaltumformung mit einer Rundknetanlage

Rundknetanlagen kommen für die spanlose und effiziente Produktion von Leichtbauteilen zum Einsatz. Das Grundprinzip des Rundknetens beruht auf einer zyklischen Bewegung mehrerer Werkzeugsegmente, die in schneller Folge radial auf das Werkstück einwirken. Das Material wird dadurch plastisch formbar und kann in komplexe, vorzugsweise rotationssymmetrische Geometrien überführt werden. Das Rundkneten ist für die Herstellung von zahlreichen Formen geeignet. Typische Anwendungsbeispiele im Automobilbereich sind Lenkspindeln, Antriebswellen und Airbag-Zylinder; auch Bauteile für Flugzeugtriebwerke oder -fahrwerke sind mit dem Rundkneten hochpräzise herstellbar. EmulDan konnte auch für dieses Umformverfahren erhebliches Energieeinsparpotenzial aufzeigen. Zentraler Ansatzpunkt war, die bislang ungeregelten, fast ausschließlich an der Bauteilqualität orientierten und auf Erfahrungswissen basierenden Prozessparameter durch energierelevante Aspekte zu ergänzen. So entstand ein Softwaretool zur Datenverarbeitung, das die selbstlernende Prozesskorrektur ermöglicht und geeignete

Modelle für Prognosen erstellt. Dabei werden Zusammenhänge zwischen Maschinenparametern, Bauteilqualität und energetischen Prozessgrößen erkannt und in Prozessmodelle überführt, die sich am Gesamtoptimum orientieren. Für die Praxis bedeutet dies ein besseres Prozessverständnis und die Chance auf einen um bis zu 70 Prozent reduzierten Energieverbrauch (Abb. 2).

Dreh- und Walzprozesse

Sowohl beim Drehen als auch beim Glattwalzen wird oft mit hohen Sicherheitsfaktoren gearbeitet, um auch unter sehr ungünstigen Bedingungen spezifikationsgerechte Bauteile herstellen zu können. In die Werkzeughalter integrierte Sensoren lieferten im Projekt Daten zur Bewertung von Werkzeugzustand und Prozess – als Basis für eine signifikante Reduzierung vieler Sicherheitsfaktoren (Abb. 3). Erschließen lassen sich diese Potenziale in einem adaptiven Prozess, in den die erfassten Messsignale einfließen. Die Regelung erfolgt dabei beim Drehen über den Vorschub und beim Glattwalzen über die Zustellung (Walzkraft). Im Projekt konnten die Hauptzeiten auf 50 Prozent reduziert werden. Als positiver Nebeneffekt sind deutlich weniger Prüfaufwendungen nötig, die Prozesssicherheit nimmt zu.

Über das Fraunhofer IWU

Das Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU befasst sich mit Forschung und Entwicklung in der Produktionstechnik. Mit rund 670 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern ist das Institut an den Standorten Chemnitz, Dresden, Leipzig, Wolfsburg und Zittau vertreten. Zu den Kernpunkten der Arbeit zählt das Erschließen von

Potenzialen für die wettbewerbsfähige Fertigung im Automobil- und Maschinenbau, der Luft- und Raumfahrt, der Medizintechnik, der Elektrotechnik sowie der Feinwerk- und Mikrotechnik. Im Fokus von Wissenschaft und Auftragsforschung stehen Bauteile, Verfahren und Prozesse sowie die zugehörigen komplexen Maschinensysteme und das Zusammenspiel mit dem Menschen. Beim Fokus der ressourceneffizienten Fertigung wird auf eine hochflexible, skalierbare und von der Natur lernende, kognitive Produktion gesetzt. Dabei liegen regenerative Systeme und die Kreislaufwirtschaft für die gesamte Prozesskette im Blick. Entwickelt und optimieren werden Technologien und intelligente Produktionsanlagen für umformende, spanende und fügende Fertigungsschritte. Die Entwicklung von innovativen Leichtbaustrukturen und Technologien zur Verarbeitung neuer Werkstoffe, die Funktionsübertragung in Baugruppen sowie neueste Technologien der additiven Fertigung (3D-Druck) sind Kernbestandteile des Leistungsportfolios. Damit die Energiewende gelingen kann, werden Lösungsräume für die Großserienfertigung wesentlicher Wasserstoffsyste aufzeigt.

➔ www.iwu.fraunhofer.de

Hinweis

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Pressemitteilung liegt beim Fraunhofer IWU. Projektpartner des Fraunhofer IWU in EmulDan: AutoForm Engineering Deutschland GmbH, Autotech Engineering Deutschland GmbH, FORCAM GmbH, GT-Industrie-Service, HSP Schwahlen GmbH, ICM Institut Chemnitzer Maschinen- und Anlagenbau e. V., ROUNTEC GmbH, VELOMAT Messelektronik GmbH, Wenaroll GmbH tools and systems.



Abb. 2: Das Energieeinsparpotenzial durch Digitalisierung ist beim Rundkneten mit bis zu 70 % besonders hoch (Bild: Fraunhofer IWU)

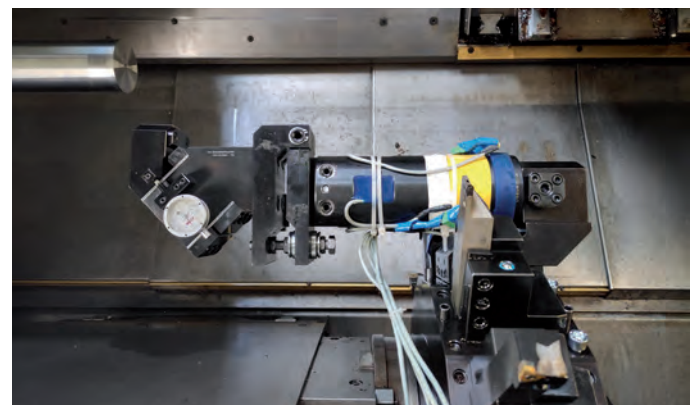


Abb. 3: Sensorische Bohrstanze mit Walzwerkzeug und Messuhr zur Walzkraftmessung (Bild: Fraunhofer IWU)

Lasertechnologien für die Zukunft der Wasserstoffwirtschaft

Das 5. Laser Colloquium Hydrogen 2024 – LKH2 am 10. und 11. September 2024 brachte rund 60 ausgewiesene Fachleute aus Industrie, Wissenschaft und Forschung zusammen. Die mittlerweile etablierte Konferenz ist die geeignete Plattform, um die neuesten Entwicklungen und Anwendungen der Lasertechnologie für die Brennstoffzellen- und Wasserstoffproduktion zu diskutieren. Wie das Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT berichtet, lag der Fokus der zweitägigen Veranstaltung im Fraunhofer ILT in Aachen auf der kontinuierlichen Fertigung von metallischen Bipolarplatten, der Prozessüberwachung und der Funktionalisierung von Oberflächen.

Die Lasertechnologie bietet uns die Möglichkeit, die Herausforderungen der Wasserstoffwirtschaft auf eine nachhaltige und effiziente Weise zu meistern, erklärte Dr. Alexander Olowinsky, Leiter der Abteilung Fügen und Trennen am Fraunhofer ILT und Gastgeber der Veranstaltung. Die Lasertechnologie sei der Schlüssel, um innovative Lösungen für die industrielle Fertigung von Brennstoffzellen und Elektrolyseuren zu entwickeln.

Die 17 Vorträge des diesjährigen LKH2 erörterten verschiedene Aspekte der industriellen Produktion von Brennstoffzellen und den Einsatz von Lasertechnologien entlang der gesamten Prozesskette. Tobias Keller vom Fraunhofer ILT erläuterte in seinem Vortrag die Vorteile der Laserstrahlung beim Bearbeiten und Strukturieren von Bipolarplatten, um die Effizienz und die Haltbarkeit dieser Bauteile zu maximieren. *Die Strukturierung und Optimierung von Bipolarplatten sind entscheidende Schritte auf dem Weg zu leistungsfähigeren und kosteneffizienteren Brennstoffzellen.* Keller verdeutlichte die Bedeutung der Rolle-zu-Rolle-Fertigung, bei der Materialien effizienter und kostengünstiger verarbeitet werden können.

Prof. Dr. Eike Hübner vom Fraunhofer-Heinrich-Hertz-Institut HHI demonstrierte, wie laserinduzierte Nanostrukturen die Oberflächen von Brennstoffzellen erheblich ver-

bessern können, beispielsweise als Nano-schäume. Diese Nanoformen haben eine hohe Porosität und eine große Oberflächenvergrößerung, was sie für verschiedene Anwendungen interessant macht. *Laser induced Nano Forms bieten eine signifikante Oberflächenvergrößerung um den Faktor 3000 im Vergleich zu herkömmlichen Strukturen,* so der Professor.

Laserbasierte Prozesse als Treiber für die Wasserstofftechnologie

Ultrakurzpulslaser, mit denen solche Nanostrukturen hergestellt werden können, bieten weitere beachtliche Chancen. Stoyan Stoyanov vom Fraunhofer ILT erläuterte, wie sich mit UKP-Lasern komplexe Schnittkonturen in Bipolarplatten (BPP) realisieren lassen, wie zum Beispiel Gas- und Kühlwasserein- und -auslässe. Dr. Steffen Berger, Schaeffler AG, konzentrierte sich in seinem Vortrag ebenfalls auf die Laserbearbeitung von metallischen Bipolarplatten mit UKP-Lasern. Sie ermöglichen eine präzise Bearbeitung filigraner Strukturen im μm -Bereich mit minimaler Materialveränderung und hoher Wiederholgenauigkeit.

Dr. Martin Müller vom Forschungszentrum Jülich betonte die Bedeutung der Elektrolyse im Wasserstoffproduktionsprozess und stellte heraus, dass der Schlüssel zur Effizi-



Dr. Alexander Olowinsky, Leiter der Abteilung Fügen und Trennen am ILT und Gastgeber des LKH2
(© Fraunhofer ILT)

enzsteigerung in der Verbesserung der verwendeten Materialien liegt. Er erläuterte die Entwicklung von neuen Elektrodenstrukturen und deren Katalysatoren, die in der Elektrolyse und in Brennstoffzellen zum Einsatz kommen.

Der Vortrag von Dr. Simon Britten von Laserline zeigte, wie Diodenlaser effizienter und präziser für verschiedene industrielle Prozesse eingesetzt werden können, insbesondere in der Elektrolyse und in der Produktion von Brennstoffzellen. *Wir erreichen mit der Lasertechnologie eine Energieeinsparung beim Trocknen im Bereich von 20 bis 30 Prozent bei den Betriebskosten.*



Das 5. LKH2 gab einen tiefen Einblick in den aktuellen Stand von Forschung, Leistungsspektrum und Einsatzmöglichkeiten von Lasertechnologien in der Brennstoffzellenfertigung
(© Fraunhofer ILT)



Das Laser Colloquium Hydrogen bot viel Raum für Networking und fachlichen Austausch
(© Fraunhofer ILT)

Grenzüberschreitende Netzwerke für die Wasserstoffwirtschaft

Ein wichtiger Bestandteil der Konferenz war der Austausch über internationale Kooperationen, die für die Weiterentwicklung der Wasserstofftechnologie unverzichtbar sind. So betonte Dr. Dina Barbian vom eco2050 Institut für Nachhaltigkeit, Nürnberg, in ihrem Vortrag die Notwendigkeit einer globalen Zusammenarbeit, um die Herausforderungen einer nachhaltigen Wasserstoffproduktion zu bewältigen. Sie unterstrich die Bedeutung von Kooperationen zwischen Ländern mit unterschiedlichen Ressourcen, um sowohl Wasserstoffproduktion als auch Transportinfrastrukturen effizienter zu gestalten.

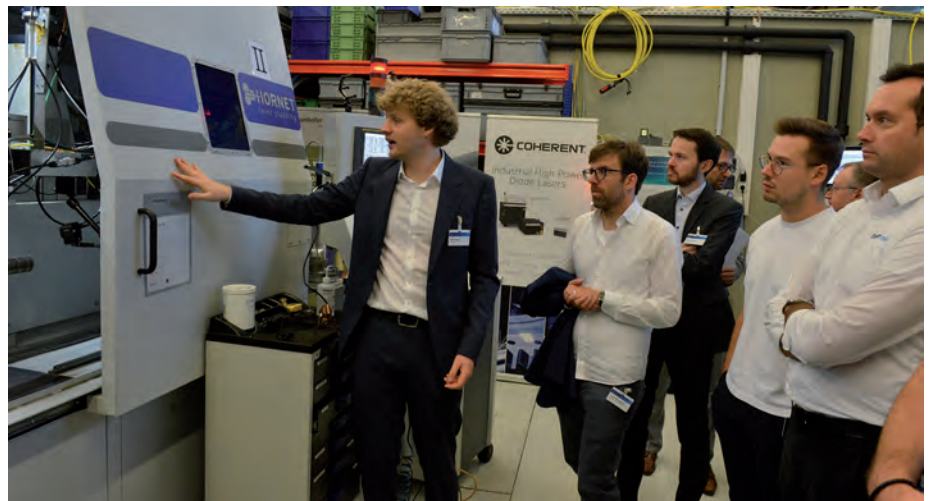


Dr. Dina Barbian betonte die Bedeutung von weltweiter Zusammenarbeit, um Herausforderungen einer nachhaltigen Wasserstoffproduktion zu meistern (© Fraunhofer ILT)

Ein gutes Beispiel für internationale Zusammenarbeit stellte Robert McConville der Hy-sata Pty Ltd aus Unanderra, Australien, vor. Er war live aus Australien zugeschaltet: Das Unternehmen will nach eigenen Angaben künftig mit ihren Kapillarelektrolyseuren den weltweit kostengünstigsten grünen Wasserstoff liefern. *Dieses Projekt zeigt die Bedeutung internationaler Zusammenarbeit, um große technologische Herausforderungen zu bewältigen*, betonte McConville. Solche Kooperationen fördern nicht nur technologische Innovationen, sondern treiben auch den Aufbau von Infrastrukturen für Produktion, Transport und Speicherung von Wasserstoff weltweit voran.

Innovationen für die industrielle Brennstoffzellenfertigung

Welche Fortschritte der Transport und vor allem die Speicherung von Wasserstoff machen, erläuterte Heiko Baumann vom Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT. Auch Dr. Michael Rhode von der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung BAM, Berlin, sprach über die Herausforderungen



Eduard Weisser (links) bei der Labortour im Fraunhofer ILT

(© Fraunhofer ILT, Aachen)

bei der Herstellung von Elektrolyseuren, Brennstoffzellen, Speicher- und Verteilungssystemen. Wasserstoff habe ganz eigene Anforderungen an Materialien, besonders hinsichtlich Korrosionsbeständigkeit und Temperaturwechsel.

Dr. Benjamin Hertweck von Hugo Kern und Liebers sprach über Laserschweißen und Stanztechniken zur Effizienzsteigerung in der Herstellung von Brennstoffzellen. Richard Steinbrecht von Lessmüller Lasertechnik aus München unterstrich in seinem Vortrag die Wichtigkeit, Laserprozesse kontinuierlich zu überwachen, um Fehler in der Produktion frühzeitig zu erkennen. *Es kommt am Ende des Tages auf die Präzision der Bipolarplatte an*, bekräftigte Stefan Kaiser von der Andritz Kaiser GmbH.

Durch präzise und effiziente Laserschweißtechniken lassen sich Qualität und Konsistenz der Verbindungen verbessern, was besonders bei den filigranen Strukturen der Bipolarplatten wichtig ist. Bereits kleinste Fehler

in der Fertigung können zu einer signifikanten Beeinträchtigung der Leistung führen. *Fehler wie Schmelzanhäufungen entlang der Schweißnaht sind bei hohen Geschwindigkeiten häufiger – durch Process Monitoring können wir diese frühzeitig erkennen und beheben*, machte Elie Haddad vom Fraunhofer ILT deutlich.

Labor für praxisorientierte Forschung und Industriekooperationen

Nachdem es am Dienstagvormittag bereits Laborführungen im Fraunhofer ILT gab, erkundeten die Teilnehmenden am Nachmittag das HydrogenLab. Das Laserinstitut hat dort optimale Bedingungen geschaffen, um die Brennstoffzelle von den Grundlagen bis zur Serienreife zu entwickeln. Das praxisorientierte Umfeld des HydrogenLab ist auf interdisziplinäre Zusammenarbeit ausgelegt und bietet optimale Bedingungen für öffentliche Projekte und Industriekooperationen.

Fazit

Einmal mehr hat das diesjährige LKH2 nach den Worten von Alexander Olowinsky gezeigt, dass die Zusammenarbeit zwischen Instituten und Unternehmen gerade für die Abbildung der gesamten Fertigungs- und Prozesskette in der Wasserstofftechnologie essentiell ist. Dabei spielten die Laserprozesse von der Werkzeugtechnik über das Schneiden und Schweißen bis hin zu Oberflächenfunktionalisierung auch und gerade unter energetischen Gesichtspunkten eine entscheidende Rolle. *Ich freue mich jetzt schon auf Berichte zu Fortschritten und neuen Anwendungen im kommenden Jahr*, sagte Alexander Olowinsky.

➔ www.ilt.fraunhofer.de



Richard Steinbrecht zufolge müssen bei einer weltweiten Produktion von Millionen von Brennstoffzellen jährlich die Laserprozesse ständig überwacht werden, um Fehler im Mikrometerbereich zu finden (© Fraunhofer ILT)

Bessere Batteriezellen durch robuste Laserschweißprozesse

Wie die Qualität und Lebensdauer von Batteriezellen verbessert werden können, stellt eine der größten Herausforderungen in der aktuellen Batterieforschung dar. An einer Lösung arbeiten Forschende aus verschiedenen Disziplinen. Um die Herstellungsverfahren für Batteriezellen zu optimieren, kooperieren laut einem Bericht der Hochschule Aalen im Rahmen eines Projekts die VAF GmbH aus Bopfingen, das Labor für Leistungselektronik und elektrische Antriebstechnik sowie das LaserApplikationsZentrum (LAZ) der Hochschule Aalen. Im Fokus des LAZ steht dabei insbesondere das Laserschweißen der Zellen. Erste Ergebnisse präsentierte Dr. Markus Hofele im Sommer internationalen Expertinnen und Experten auf dem LaserEMobility Workshop in München, berichtet die Hochschule Aalen.

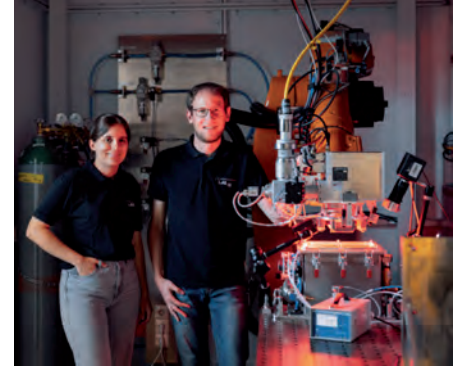
Dr. Markus Hofele ist Teamleiter und wissenschaftlicher Mitarbeiter am LaserApplikationsZentrum (LAZ) unter der Leitung von Prof. Dr. Harald Riegel. Er kam im Jahr 2009 aus dem Kreis Göppingen nach Aalen, um seinen Bachelor in Maschinenbau Fertigungstechnik zu absolvieren. Anschließend entschied sich der Ingenieur für einen Forschungsmaster in Advanced Materials and Manufacturing und danach sogar eine Promotion, die er Ende 2023 erfolgreich abschloss. Zusätzlich engagiert er sich seit Jahren im Forschungsnetzwerk SmartPro und bringt seine Expertise in die Weiterentwicklung der laserbasierten additiven Fertigungsverfahren im Projekt Smart-ADD ein.

Im Juli reisten Markus Hofele und seine Kollegin Theresa Willburger nach München, um auf einem von der Technischen Universität München organisierten LaserEMobility-Workshop ihre Forschungsergebnisse zu präsentieren. Die Veranstaltung brachte Experten und Expertinnen aus Industrie und Wissenschaft zusammen, um aktuelle Herausforderungen sowie Durchbrüche in der laserbasierten Fertigung von Elektrofahrzeugen zu diskutieren. Besonders spannend für den Nachwuchswissenschaftler aus der angewandten Forschung war das überwiegend industrielle Publikum. *Der Workshop bot eine großartige Gelegenheit, unser Projekt vor einem Fachpublikum zu präsentieren und wertvolles Feedback aus der Industrie zu erhalten*, so Hofele. Zudem ermöglichten die Beiträge der Industrie interessante und spannende Einblicke in unterschiedliche Perspektiven und Herangehensweisen.

Markus Hofele stellte Ergebnisse eines vom Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Tourismus Baden-Württemberg geförderten Invest-BW-Projekts vor, in dem der Industriepartner aus Bopfingen, die VAF GmbH, und

die Hochschule Aalen zusammenarbeiten, um ein zentrales Problem bei der Herstellung von Batterien für die Elektromobilität zu lösen. Während der Produktion werden die Batterien mit flüssigem Elektrolyten befüllt und anschließend per Laser verschweißt, um sie zu versiegeln. Das Problem ist laut Hofele, dass die Befüllung nicht immer präzise ist. Es könne vorkommen, dass Elektrolyt Oberflächen im Bereich der Batteriezellkontakte oder an der Einfüllöffnung verunreinigt und eintrockne, die anschließend lasergeschweißt werden sollen. *Diese Verunreinigungen stellen ein erhebliches Problem für die Qualität der Schweißnaht dar und können zudem gesundheitsschädliche Dämpfe freisetzen*, sagt Hofele. Ziel des Forschungsprojekts ist es, den Einfluss dieser Verunreinigungen auf den Schweißprozess besser zu verstehen, um den Prozess zu optimieren und robuster zu gestalten.

Um dieses Ziel zu erreichen, analysierten die Forschenden den Laserschweißprozess an Batteriezellmustern, die unterschiedlich stark mit Elektrolyten verunreinigt und zum Teil anschließend durch Reinigungsprozesse abgereinigt worden waren. Die Schweißungen wurden mittels Highspeed-Kameraaufnahmen analysiert und anschließend hinsichtlich Defekte metallographisch charakterisiert und mit einer Referenzprobe verglichen, die keine Verunreinigungen aufwies. Die Ergebnisse zeigten, dass selbst geringe Oberflächenverunreinigungen zu einer geringeren Einschweißtiefe und einem reduzierten Energieeintrag führen können. In einigen Fällen führte dies sogar zum völligen Versagen der Schweißnaht. Wie Hofele erläutert, haben die Forschenden auch bei den Teilen, die zuvor mechanisch abgereinigt wurden, Prozessinstabilitäten und Defekte in der Schweißnaht beobachtet. In den nächsten Schritten



Dr. Markus Hofele und Theresa Willburger untersuchen, wie Laserschweißprozesse in der Batterieherstellung optimiert werden können
(© Hochschule Aalen/Jan Walford)

werden alternative Schweißstrategien unter Einsatz von unterschiedlichen Laserwellenlängen sowie laserbasierte Methoden zur Reinigung der Oberfläche vor dem Schweißen entwickelt.

Der LaserEMobility Workshop in München war für Hofele und seine Kollegin eine hervorragende Gelegenheit, ihre Forschungsergebnisse einem Fachpublikum vorzustellen und wertvolle Rückmeldungen zu erhalten. *Viele unserer Projektpartner aus diesem und anderen Forschungsprojekten des LAZ waren ebenfalls anwesend. Der Workshop bot eine großartige Gelegenheit, sich persönlich auszutauschen und neue Kontakte zu knüpfen*, berichtet Hofele strahlend. Besonders begeistert war er auch von der kleinen Messe, die im Rahmen des Workshops stattfand: *Die neuesten Produkte aus der Laserindustrie zu sehen und detaillierte Fragen dazu stellen zu können, war faszinierend – etwas, das für einen neugierigen Wissenschaftler von unschätzbarem Wert ist.*

➔ www.hs-aalen.de

Kilowatt-Boost für die UKP-Materialbearbeitung

Mit einer neuen, für den industriellen Einsatz konzipierten Ultrakurzpuls-(UKP)-Laserstrahlquelle aus dem Hause Trumpf wird sich das Einsatzspektrum der UKP-Technologie deutlich ausweiten. Das Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT in Aachen wird das Potenzial der Strahlquelle mit 1 kW mittlerer Leistung in den kommenden Monaten systematisch erkunden. Geplant sind nach Mitteilung des Fraunhofer ILT unter anderem Versuche zur Optimierung von Prozessen der Batterie- und Brennstoffzellenfertigung, des Werkzeugbaus und der Halbleitertechnik sowie die Erprobung von verschiedenen Strahlführungsstrategien. Viele dieser Pilotanwendungen haben ihren Ursprung im Fraunhofer-internen Cluster of Excellence Advanced Photon Sources (CAPS), dem 21 Institute der Fraunhofer-Gesellschaft angehören.

Im Fraunhofer-Cluster CAPS möchten wir klären, wie Hochleistungsstrahlquellen das Einsatzspektrum der UKP-Technologie erweitern können, erklärt Dr. Dennis Haasler, Gruppenleiter Mikro- und Nanostrukturierung am Fraunhofer ILT. Mit entsprechenden Versuchen wird sein Team dieser Frage in den nächsten Monaten systematisch auf den Grund gehen. Im Zentrum steht dabei eine neue UKP-Strahlquelle von Trumpf mit 1 kW mittlerer Leistung.

Wie das Fraunhofer ILT berichtet, stellt das Unternehmen im Zuge einer bilateralen Kooperation dem Institut den neuen, für industrielle Einsätze konzipierten TruMicro 9000 zur Verfügung. Mit ihrem Vorstoß in den Kilowattbereich bietet diese Strahlquelle die vielfache mittlere Leistung der aktuell leistungstärksten UKP-Laser für die Industrie. Auch ihre Pulsenergie von 10 mJ übersteigt das bisherige Niveau deutlich. Mit unter 900 fs Pulsdauer, zahlreichen Burst-Optionen und sehr hoher Strahlqualität von $M^2 < 1,3$ in Verbindung mit hoher Flexibilität bei verschiedenen Arbeitspunkten und den von Trumpf-Industrielasern gewohnten Bedienstandards hat das System das Potenzial, jenen Produktivitätsschub in der UKP-Materialbearbeitung auszulösen, auf den viele Anwender warten. *Erstmals steht uns eine Kilowatt-Strahlquelle zur Verfügung, die wie etablierte UKP-Industrielaser der 200-W-Klasse performt*, erklärt Haasler. Mit seinem Team wird er nun evaluieren, wie die hochenergetischen Laserpulse für industrielle Fertigungs- und Veredelungsprozesse nutzbar sind.

Hohe Leistung basiert auf Kombination erprobter Technologiebausteine

Durch die Kombination von erprobten Technologiebausteinen in der Verstärkerkette ist es uns gelungen, sowohl die maximale Einzelpulsenergie als auch die resultierende mittlere Leistung deutlich zu steigern, berichtet Steffen Rübling, Produktmanager für die UKP-Laser der TruMicro-Familie bei Trumpf.

Dass die neue Strahlquelle trotz ihrer beeindruckenden Leistung die UKP-typische Strahlqualität erreicht, liegt laut Rübling daran, dass das Entwicklungsteam auf einen umfassenden Erfahrungsschatz zugreifen konnte: Trumpf bietet UKP-Laser verschiedener Leistungsklassen an, denen jeweils unterschiedliche Verstärkertechnologien zugrunde liegen, darunter Faser-, Scheiben- und Slab-Verstärker. Neben dieser Technologievielfalt innerhalb des UKP-Portfolios kommen dem Team Erkenntnisse aus der Komponentenentwicklung für Dauerstrich (CW)- und Kurzpuls-Laser zugute. So war der Hauptverstärker des neuen TruMicro 9000 – eine so genannte Multipass-Zelle – ursprünglich für die Verstärkung von Nanosekundenpulsen im Leistungsbe- reich von 3 kW im Einsatz. Das Übertragen solcher erprobter Technologiebausteine auf die UKP-Strahlquelle hat dafür gesorgt, dass diese auf Anheb industriellen Anforderungen genügt. Mit dieser stabilen Quelle kann das Fraunhofer ILT nun deren Anwendungspotential erkunden.

Auf die richtigen Prozessstrategien wird es ankommen

Im Zentrum wird dabei laut Fraunhofer ILT die Frage stehen, mit welchen Prozessführungsstrategien und Systemauslegungen sich die hohe mittlere Leistung optimal für die Bear-

beitung der jeweiligen Werkstücke nutzen lässt. Dafür stehen im Labor des Fraunhofer ILT mehrere Versuchsaufbauten bereit, mit denen das Team den hohen Leistungs- und Energie-Input der Strahlquelle im Sinne einer effektiven und zugleich schonenden Bearbeitung auf die Bauteiloberflächen lenken kann. Dabei kommt ein zentraler Vorteil von UKP-Verfahren zum Tragen: Ihre Femto- oder Pikosekundenpulse bündeln zwar sehr viel Energie, doch dank ihrer Kürze bleibt die thermische Belastung des Materials dennoch minimal. Durch den Eintritt in den kW-Leistungsbereich und die hohe Pulsenergie bieten sich Strahlteilungs- und Strahlenkungsstrategien an, die stark erhöhte Produktivität durch die Parallelisierung der Bearbeitungsprozesse versprechen. Um das nachzuweisen, setzt Haaslers Team auf die vier in *Abbildung 1* schematisch dargestellten systemtechnischen Ansätze: Der einfachste Ansatz ist der mit konventionellen Galvoscantern umsetzbare Burst-Modus. Hier wird die hohe Energie der Femtosekunden-Pulse auf bis zu acht Einzelpulse verteilt. Daneben setzen die Forschenden spezielle Systemtechnik und optische Strategien zur Strahlformung und ultraschnellen Strahlablenkung oder für die Parallelisierung von Bearbeitungsprozessen ein. Laut Haasler brauchen die Forschenden die unterschiedlichen Ansätze, um herauszufinden, mit

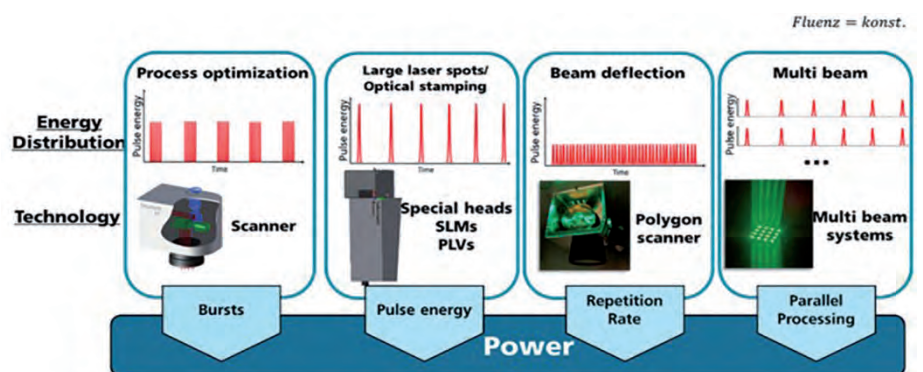
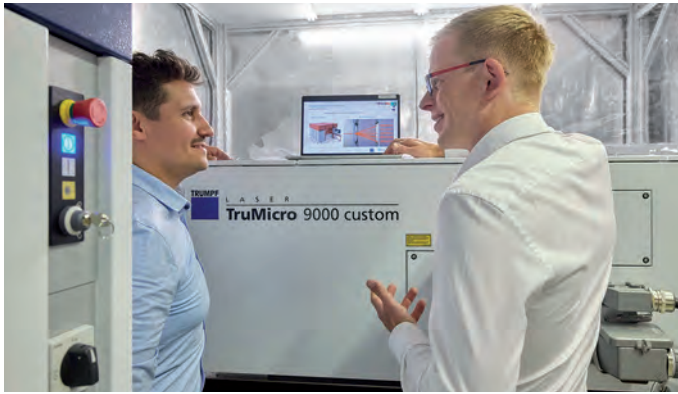


Abb. 1: Systemtechnische Ansätze zur Umsetzung von hoher mittlerer Leistung in UKP-Bearbeitungsprozessen
(© Fraunhofer ILT, Aachen)



Steffen Rübling, Trumpf (links), und Dr. Dennis Haasler, Fraunhofer ILT, besprechen Details zur Bedienung des 1-kW-UKP-Lasers
(© ILT/Ralf Baumgarten)



Der industrielle 1kW-UKP-Laser Trumpf TruMicro 9000 in der User-Facility des Fraunhofer Clusters of Excellence Advanced Photon Sources CAPS im ILT in Aachen
(© ILT, Aachen/Ralf Baumgarten)

welcher Strategie sie für die jeweilige industrielle Anwendung die höchste Produktivität erreichen. So sei etwa beim selektiven Abtrag der Polymerschichten von Compound-Bipolarplatten eine andere Systemtechnik gefragt als bei der punktuellen Entfernung von Aktivmaterialschichten auf Batterieelektroden für deren Kontaktierung oder bei der Mikrostrukturierung von Metalloberflächen.

Am Fraunhofer ILT kann das Team die neue kW-Strahlquelle unter anderem mit einem Polygonscanner von Moewe kombinieren, der auf 700 x 900 mm² Bearbeitungsfläche Scangeschwindigkeiten von bis zu 1 km/s ermöglicht. Außerdem steht für die Versuche ein Multistrahlsystem bereit, das verschiedene Bearbeitungsstrategien mit Einzelstrahl oder der Strahlteilung in 100 oder sogar bis zu 900 parallelisierte Teilstrahlen auf einer Bearbeitungsfläche von 400 x 400 mm² ermöglicht. Als vierte Option steht dem Team die Strahlformung mit Spatial Light Modulators (SLM) offen. Dieser zukunftssträchtige Ansatz befindet sich aktuell noch in der Entwicklung. Durch die Umformung des Strahls in nahezu beliebig designbare optische Stempel könnte er in Zukunft für noch höhere Bearbeitungseffizienz sorgen. *Das gilt erst recht in Verbindung mit Hochleistungs-UKP-Lasern*, sagt Dennis Haasler.

Das Fraunhofer ILT wird nun systematisch klären, wie sich die Leistung und Pulsenergie der neuen UKP-Strahlquelle mit den jeweiligen Strahlführungs- und Prozessstrategien in Produktivitätsvorteile ummünzen lässt. Die Pilotanwendungen kommen aus der Praxis. Input liefert unter anderem das CAPS-Cluster, dem 21 Fraunhofer-Institute angehören. Im Cluster können sie für eigene Projektideen und Anwendungen ihrer Industriepartner auf das spezifische Laser-Know-how des Fraun-

hofer ILT sowie der beiden Fraunhofer-Institute für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF in Jena und für Werkstoff- und Strahltechnik IWS in Dresden zugreifen.

Weitere UKP-Anwendungen, die das Team evaluieren wird, haben ihren Ursprung in vielfältigen Verbundforschungsprojekten, in denen das Fraunhofer ILT mit Industriepartnern nach neuen Prozesslösungen für die Fertigung von Batterien, Brennstoffzellen oder von Elektrolyseuren sucht. Daneben gibt es im Werkzeugbau, in der Medizin- und Umwelttechnik, der Halbleiterfertigung und in den Printed Electronics vielfältige Anwendungen, in denen UKP-Materialbearbeitung Qualitätsvorteile verspricht. Der breite Industrieinsatz scheiterte aber bisher am noch nicht ausreichenden Produktivitätsniveau. Dies könnte sich durch den Leistungsschub dieser UKP-Strahlquellen nun ändern.

Breiter Bedarf an verlässlichen, hochproduktiven UKP-Prozessen

Mit der neuen UKP-Strahlquelle von Trumpf wird das Fraunhofer-Team nun im Detail klären, wie sich die kW-Leistung in der Materialbearbeitungspraxis nutzen lässt und wie sich das hohe Leistungsniveau auf die Prozessqualität, die Werkstücke und die eingesetzten Optiken auswirkt. *Zehn Millijoule Pulsenergie erfordern hochqualitative, präzise ausgelegte optische Komponenten*, erklärt Haasler. Auch praktische Fragen wie der Wärmeeintrag ins Bauteil oder die etwaige Schmutzentwicklung infolge des erhöhten Materialabtrags seien zu klären. Fraglich sei zudem, inwieweit es durch die Kombination aus hohen Abtrags- und Repetitionsraten punktuell zu einer ungewollten Abschirmung der Laserstrahlung kommen kann oder ob bei der Multistrahlbearbeitung Interaktion zwischen

dem abgetragenen Material und den umliegenden Teilstrahlen droht.

Weitere Fragestellungen betreffen die Lebensdauer und die Verschmutzung der optischen Elemente in der Prozesskammer und den Strahlenschutz. Und nicht zuletzt steht die Frage im Raum, ob 1 kW genügt oder ob es noch leistungsstärkerer Laser bedarf, um das industrielle Potenzial der UKP-Technik auszuschöpfen. Die Möglichkeit dazu ist laut dem Trumpf-Produktmanager Rübling in der modularen Architektur des TruMicro 9000 angelegt: *Neben der weiteren Steigerung der mittleren Leistung sind auch eine Konversion der Wellenlänge oder eine Verlängerung oder Reduktion der Pulsdauer möglich*, erklärt er.

In Vorbereitung auf die Versuche mit dem aktuellen System hat sich das Fraunhofer ILT theoretisch diversen Anwendungen in der Mikro- und Nanostrukturierung angenähert, und dafür anhand der benötigten Materialabtragvolumen und -raten die erforderlichen Laserleistungen berechnet. Das Spektrum dieser Anwendungen umfasst das gezielte Strukturieren der Graphitschichten auf Elektroden von Lithiumionenbatterien für die Steigerung von deren Leistungsdichte und Schnellladefähigkeit, das selektive Abtragen und punktuelle Anrauen von Bipolarplatten für Brennstoffzellen und Elektrolyseure, das Laserstrukturieren von Druckwalzen oder auch spezifische Applikationen in den Printed Electronics. Weitere vielversprechende Einsatzfelder sind die ultraschnelle Nanopolitur, Mikrobohrungen in Wasserfiltern sowie das Zerteilen von Wafern in Einzelchips. Laut Haasler bergen Hochleistungs-UKP-Prozesse auch großes Potenzial für die zielgerichtete Oberflächenfunktionalisierung, beispielsweise mit Blick auf Antireflex-Eigenschaften

oder Selbstreinigungseffekte oder Reibungsminimierung und Strömungsoptimierung.

Auch die Raumfahrt habe Bedarf. So seien UKP-Prozesse geeignet, um hochemissive Aluminiumoberflächen für die Wärmeabfuhr aus Satelliten zu fertigen.

UKP-Laser befeuern die Entwicklung von Secondary Sources

In vielen der genannten Anwendungsfelder ist die Qualität von UKP-Verfahren nach Aussage von Haasler bereits nachgewiesen. Es komme nun darauf an, die Produktivität auf industrielles Niveau zu steigern, erklärt er. Damit Hochleistungs-UKP-Prozesse künftig tatsächlich immer mehr Produkte veredeln können, müssten sie die Taktzeiten bestehender Prozessketten und den Kostenrahmen einhalten. Eine weitere mögliche Applikation ist der Einsatz als Secondary Source zur Erzeugung von Röntgenstrahlung, die das Fraunhofer ILT gemeinsam mit Trumpf und weiteren Industriepartnern im aktuellen BMBF-geförderten Forschungsprojekt *XProLas* erkundet. UKP-Laser dienen beim Erzeugen der Röntgenstrahlung als vorgelagerte Strahlquelle. Ihre hochintensiven Pulse werden auf weniger als 50 Femtosekunden komprimiert und treffen stark fokussiert auf das sogenannte Target – ein Metall wie Gallium, Indium oder Zinn. Abhängig vom jeweiligen Target entstehen so unterschiedliche Plasmen, die einen Teil ihrer Energie als äußerst kurzwelliges Licht abstrahlen. Geplant sind im Projekt hochkompakte exzellente Röntgenstrahlquellen, die in Zukunft Einblicke in laufende Be- und Entladeprozesse von Batterien ermöglichen sollen.

Wichtige Nachhaltigkeitsimpulse

Auf Basis theoretischer Annahmen für vielfältige Anwendungen und Materialien wird das Team nun mit den praktischen Versuchen beginnen. Das Ziel ist es, die vermuteten Produktivitätsvorteile zu verifizieren. Ob beim selektiven Abtrag der Polymerschichten von Compound-Bipolarplatten oder beim Anrauen der Edelstahlfächen metallischer Bipolarplatten: Das Team wird dem Potenzial der neuen 1-kW-Strahlquelle systematisch auf den Grund gehen. Wo immer Oberflächenvergrößerung und -modifikationen, Polituren, das Freilegen von Kontaktierungszonen oder Nano- und Mikrostrukturierung gefragt sind, können UKP-Verfahren ihre spezifischen Vorteile in Verbindung mit den entsprechenden Strahlteilungs- und Strahlenkungsstrategien ausspielen. Ihr Potenzial reicht von deutlich produktiverer Materialbearbeitung bis zur Substitution vielfältiger chemischer Prozesse.

Damit wird die UKP-Technologie auch substanzielle Beiträge zur Nachhaltigkeit leisten: Ob sie im Multistrahilverfahren Milliarden winziger, für Bakterien undurchlässige Poren in Wasserfilter bohrt, Flugzeugtragflächen und Rotorblätter von Windenergieanlagen mit strömungsoptimierenden Mikrostrukturen versieht, oder ob sie durch Nano- und Mikrostrukturierung sowie selektiven Materialabtrag die Performance von Batterien, Brennstoffzellen und Elektrolyseuren optimiert: Der Nutzen für den Umwelt- und Klimaschutz liegt auf der Hand. Und so werden aus den ultrakurzen, energiegeladenen Lichtpulsen neue Impulse für die anstehende Transformation hin zu einer nachhaltigen Gesellschaft.

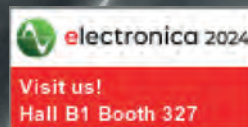
Kontakt

Dr. Dennis Haasler, E-Mail: dennis.haasler@ilt.fraunhofer.de

Steffen Rübling, E-Mail: steffen.ruebling@trumpf.com

➔ www.ilt.fraunhofer.de

Galvanikanlagen für dekorative und funktionelle Oberflächen.



Gestellanlagen
Trommelanlagen
Tischgalvanikanlagen
Einzelwannen
Ionenaustauscheranlagen



www.walterlemmen.de



Walter Lemmen GmbH
Birkenstraße 13
97892 Kreuzwertheim
Tel.: +49 (0) 9342 240 977 - 0
info@walterlemmen.de

Leiterplattentechnik
Wafer Technologie
Galvanotechnik
Medizintechnik
Filtertechnik
Apparatebau

Virtual Reality – Das Reale im Virtuellen

Eine Chance für die Industrie

In einer Welt, in der Zukunftstechnologien des digitalen Zeitalters immer rascher Arbeitsabläufe revolutionieren, gewinnt eine besondere Innovation immer mehr an Bedeutung: die virtuelle Realität oder Virtual Reality, kurz VR. Was einst nur als Spielerei galt, hat mittlerweile in einer Vielzahl von Branchen Eingang gefunden – und zwar aufgrund der beeindruckenden Ergebnisse. Doch was genau macht VR so wertvoll für die Industrie? Und wie kann sie gezielt genutzt werden, um Effizienz, Sicherheit und Innovationskraft zu steigern? Ein Blick auf die VR-Vorteile, die Arbeit von *Virtual Visions* und die Zukunft der Technologie zeigt, welche Chancen diese Entwicklung bietet.

VR – Ein Universum voller Möglichkeiten

Stellen Sie sich vor, Sie können experimentieren, sich Neuem stellen, ohne reale Konsequenzen zu spüren. Sie arbeiten in gefährlichen Umgebungen, ohne ein Risiko einzugehen. Sie lernen und experimentieren, ohne das Ergebnis Ihrer Arbeit in der physischen Welt sehen und gegebenenfalls verwerfen zu müssen. Genau das ermöglicht Virtual Reality. VR schafft computergenerierte Umgebungen, die so realistisch sind, dass sich der Nutzer sich vollständig in sie hineinversetzen kann. Mit Hilfe von speziellen VR-Headsets können Anwender in eine spezifisch erschaffene virtuelle Welt eintauchen, sich umsehen und interagieren, als wären sie tatsächlich dort. Diese immersive Technologie eröffnet insbesondere in der Industrie ganz neue Anwendungsfelder. Ob Schulungen für Mitarbeiter, die Prototypenerstellung in der Produktentwicklung oder die Wartung und Reparatur von Maschinen – VR bietet überall dort Vorteile, wo Sicherheit, Kosten und Effizienz entscheidende Faktoren sind. Mitarbeiter können zum Beispiel in einer realistischen, stets aber risikofreien Umgebung lernen, mit komplexen Maschinen umzugehen oder chemische Prozesse zu überwachen, ohne dass eine Gefahr für Menschen besteht, sich selbst zu verletzen oder Schaden an Maschinen und Umwelt anzurichten.

Die Anwendungsmöglichkeiten von Virtual Reality gehen jedoch weit über Schulungen hinaus. Besonders im Bereich der Wartung und Gefahrensimulation wird die Technologie zunehmend genutzt. Techniker können Virtual Reality gezielt einsetzen, um sich optimal auf Wartungsaufgaben vorzubereiten. In virtuellen Trainingsumgebungen haben sie die Möglichkeit, Maschinen detailliert kennenzulernen und sich mit spezifischen Wartungsschritten vertraut zu machen. So lassen sich in der Industrie beispielsweise Abläufe wie das fachgerechte Zerlegen und Zusammen-

bauen von Anlagen oder das Erkennen und Beheben häufiger Fehler simulieren. Durch wiederholtes Üben in der virtuellen Realität steigern die Techniker ihre Effizienz und Präzision bei den tatsächlichen Wartungsarbeiten. Dies trägt nicht nur zur erhöhten Betriebssicherheit bei, sondern reduziert auch potenzielle Ausfallzeiten signifikant.

In der Gefahrensimulation können realitätsnahe, aber risikofreie Trainings durchgeführt werden, etwa für Arbeiten in explosionsgefährdeten Bereichen oder bei der Handhabung gefährlicher Substanzen. Mitarbeitende lernen so, wie sie sich in kritischen Situationen korrekt verhalten, ohne dabei einem echten Risiko ausgesetzt zu sein. Diese virtuellen Simulationen verbessern nicht nur die Sicherheit, sondern auch die Effizienz und Expertise der Teams. Ein weiterer spannender Bereich ist das Marketing: Unternehmen richten virtuelle Showrooms ein, in denen potenzielle Kunden Maschinen und Produkte erleben können, ohne vor Ort zu sein oder ohne aufwendigen Transport der Maschine, beispielsweise auf Messen. Die virtuelle Realität eröffnet somit neue Dimensionen in der Produktpräsentation und im Vertrieb.

Virtual Visions – Startup an der Spitze der VR-Entwicklung

Das Startup *Virtual Visions* hat sich genau dieser innovativen Technologie verschrieben. Gegründet von Bjarne Zimmer und Daniel Zirngast, entstand das Unternehmen aus der Überzeugung, dass die Potenziale von Virtual Reality weit über den Unterhaltungssektor hinausgehen. Ihre Wurzeln liegen zwar in der Spieleentwicklung, aber schnell wurde klar, dass die Technologie in anderen Bereichen weitaus größeren Nutzen bieten kann. Aus der praktischen Erfahrung mit Virtual Reality, aus Projekten und durch Forschung hat sich Virtual Visions zum Ziel gesetzt, realitätsnahe, interaktive und motivierende Simulationsanwendungen aller Art zu entwickeln.



Virtual Visions-Messestand auf den ZVO-Oberflächentagen 2024 in Leipzig (v. l. n. r): Christoph Mattheis (ZVO), Daniel Zirngast (Virtual Visions), Dr. Malte M. Zimmer (ZVO) und Bjarne Zimmer (Virtual Visions)

(Bild: Virtual Visions)

Der Schwerpunkt des Startups liegt laut Bjarne Zimmer darauf, Virtual Reality für die Industrie nutzbar und wertschöpfend zu machen. *Wir wollen Unternehmen zeigen, dass Virtual Reality eben nicht auf eine Parallelwelt beschränkt bleiben muss. Es ist vielmehr ein mächtiges Werkzeug, um Prozesse zu optimieren, Kosten zu senken und Mitarbeiter besser und immer wieder aus- und weiterzubilden*, erklärt Zimmer. Die angebotenen VR-Lösungen von Virtual Visions sind vielfältig: von maßgeschneiderten Projekten für Kunden über virtuelle Ausstellungen bis hin zu Simulationen für spezifische Industrieanforderungen. Eines ihrer neuesten Projekte in Anwendung ist eine Schulungsanwendung auf Basis der Virtual Reality, die es Neulingen ermöglicht, eine CNC-Fräsmaschine zu verstehen und den Ablauf, von der Vorbereitung bis zur Arbeit an der Maschine, virtuell zu erleben. Dabei muss kein Mitarbeiter zugegen sein und keine Maschine muss während der Schulung stillstehen.

Durch ihre enge Zusammenarbeit mit Kunden entwickelt das Team von Virtual Visions Anwendungen, die präzise auf die Bedürf-

Virtual Reality – Augmented Reality – Mixed Reality

Virtual Reality (VR) beschreibt eine vollständig computergenerierte Umgebung, die es ermöglicht, in eine immersive, dreidimensionale Welt einzutauchen. Mithilfe von speziellen Headsets wird die reale Welt ausgeblendet, sodass ein vollständiges Eintauchen in die digitale Realität erfolgt. Augmented Reality (AR) erweitert hingegen die reale Umgebung durch virtuelle Elemente, die über Smartphones oder AR-Brillen eingeblendet werden. Mixed Reality (MR) kombiniert beide Ansätze, indem virtuelle und reale Welten so verschmelzen, dass eine Interaktion mit digitalen Objekten in der physischen Umgebung möglich wird und so ein nahtloses, interaktives Erlebnis entsteht.

nisse der Industrie zugeschnitten sind. Dabei ist das Feedback der Nutzer von zentraler Bedeutung, um sicherzustellen, dass die Anwendungen sowohl praktisch als auch effizient sind. Zirngast betont, dass jede neue VR-Anwendung durch eine Reihe von Feedback-Schleifen geht, in denen die Kunden die Software testen und ihre Verbesserungsvorschläge einbringen können. Diese enge Kooperation sorgt dafür, dass die entwickelten Lösungen optimal auf die Anforderungen der Nutzer abgestimmt sind und deren Arbeit erheblich erleichtern.

Ausblick – Zukunft von VR in der Industrie

Auch in den kommenden Jahren wird die VR-Technologie weitere erhebliche Fortschritte machen. Besonders im Bereich der Hardware sind rasche Verbesserungen zu erwarten: Leichtere und bequemere Headsets mit höherer Auflösung und realistischeren Grafiken werden die immersive Erfahrung verstärken. Drahtlose Systeme werden weiterentwickelt, sodass Nutzer mehr Bewegungsfreiheit haben und VR im täglichen Arbeitsalltag noch praktikabler wird.

Ein Beispiel für den zukünftigen Einsatz ist die Möglichkeit, in einem Raum voller Menschen ungestört eine Maschine in Virtual Reality vorzustellen. Alle tragen VR-Headsets und können gleichzeitig sehen, wie die Maschine virtuell vor ihnen aufgebaut wird. In Echtzeit lassen sich verschiedene Komponenten verändern, testen oder optimieren. Jeder im Raum (aber auch weit entfernt davon) sieht sofort die Auswirkungen dieser Veränderungen, was den Austausch von Ideen und die gemeinsame Entwicklung revolutioniert. Solche interaktiven und kollaborativen Szenarien werden die Art und Weise, wie wir arbeiten und Produkte entwickeln, grundlegend verändern. Darüber hinaus wird die Integration von Virtual Reality mit Mixed Reality (MR) und Augmented Reality (AR) die Möglichkeiten noch erweitern. Virtuelle und reale Objekte werden zunehmend miteinander verschmelzen, sodass die Interaktion mit Daten und Maschinen nahtlos in den Arbeitsprozess eingebunden wird. Dies ermöglicht völlig neue Arbeitsweisen, besonders in Bereichen wie der Wartung, Produktentwicklung und Schulung. Aber auch in Lehre und Forschung sowie sozialer Interaktion sind neue

Methoden auf dem Vormarsch. Weit entfernte Teams können das Miteinander verbessern, Lerngruppen und -klassen arbeiten in realistischer Weise – an beliebigem Ort, ohne vor Ort sein zu müssen. Mit diesen Entwicklungen wird Virtual Reality gerade in der Industrie und ihrem Umfeld zu einem nützlichen Werkzeug, das Arbeitsprozesse effizienter, sicherer und kostengünstiger gestalten kann.

Fazit – Chance für die Industrie

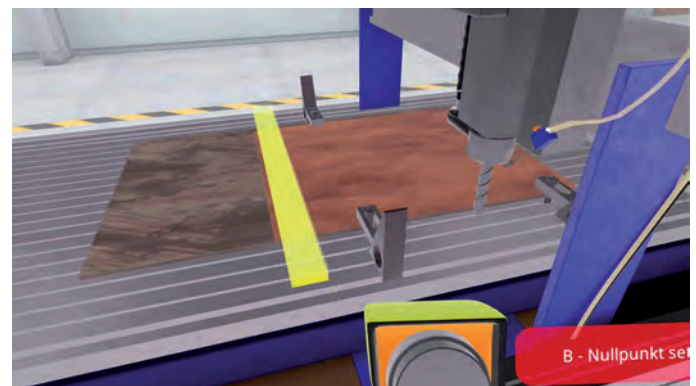
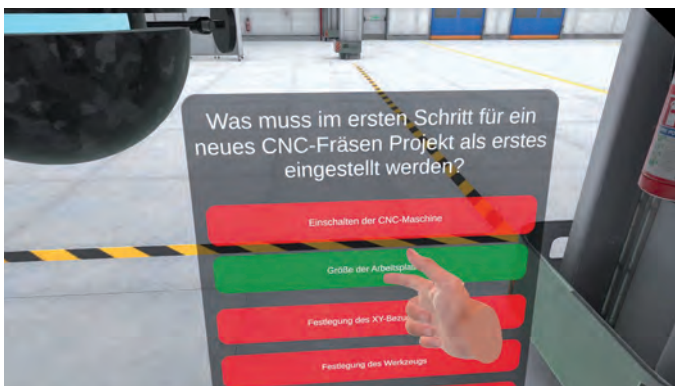
Virtual Reality bietet der Industrie bisher unbekannte Möglichkeiten, Arbeitsabläufe effizienter, sicherer sowie kostengünstiger zu gestalten. Unternehmen wie Virtual Visions zeigen, wie diese Technologie schon heute in der Praxis angewendet werden kann und welche Potenziale sie in der Zukunft hat. Mit der ständigen Weiterentwicklung von VR-Hardware und -Software wird die virtuelle Realität in den kommenden Jahren zu einem wertvollen Werkzeug für die Industrie werden. Die Digitalisierung der Arbeitswelt ist in vollem Gange, und Virtual Reality spielt dabei eine zentrale Rolle. Wer sich frühzeitig auf diese Entwicklung einlässt, wird langfristig davon profitieren und kann den Weg, den diese Technologie nimmt, für sich mitgestalten.

➤ www.virtual-visions.net

Hinweis

Einblick in die Möglichkeiten der Software lässt sich mit der Cocktailmix Demo MixMaster VR über den nachfolgenden Link auch mittels einem Oculus-VR-Headset testen:

➤ <https://www.meta.com/en-gb/experiences/mix-master-vr/8284950748216210/>



Darstellungen im Programm zur Schulung von Fachleuten für die Bedienung von CNC-Maschinen

Doppelter Erfolg: Zwei neue Forschungsgrößgeräte für die HFU

Mit gleich zwei Forschungskonzepten konnte die Hochschule Furtwangen (HFU) im Aufruf des Landes Baden-Württemberg zur Förderung von Forschungsgrößgeräten an Hochschulen für angewandte Wissenschaften im Wettbewerb überzeugen. Insgesamt fast 1,5 Millionen Euro Landes- und EU-Mittel erhält die HFU für die Anschaffung von neuen Forschungsgrößgeräten. Im Programm standen zehn Millionen Euro zur Verfügung; zehn Projekte wurden zur Förderung ausgewählt.

Professor Dr. Volker Bucher war mit dem von ihm gestellten Antrag *FunktioSens* erfolgreich. Im Zentrum des Antrags steht die Anschaffung eines Ramanspektroskops kombiniert mit einer Inertgas-Glovebox für rund 500 000 Euro. Das Gerät dient der physikalisch-chemischen Charakterisierung der Bindungszustände beziehungsweise Morphologien von Schichtsystemen von empfindlichen Chemikalien und biologischen Proben, die unter Inertgasumgebung gelagert und untersucht werden müssen. *Das Gerät ergänzt optimal unser Portfolio im Bereich der Oberflächen- und Grenzflächenanalytik und wird uns neue Analysemöglichkeiten auf atomarer Bindungsebene ermöglichen*, freut sich Prof. Dr. Bucher, Leiter des Instituts für Mikrosystemtechnik.

Es kommt nach Mitteilung der HFU in der Medizintechnik, aber auch im Themenfeld Nachhaltigkeit zum Einsatz. Zum einen können damit chemische Ausgangsstoffe für die innovative Atomlagenabscheidung spektroskopisch unter Inertgas untersucht werden. Aufgrund der Ergebnisse können zum Beispiel neue Schichten auf Implantaten entwickelt werden, welche das Einwachsen in den Knochen deutlich verbessern. Zum anderen dient das Gerät auch zur Charakterisierung von Graphen oder diamantähnlichen Schichten, welche in der Medizintechnik aber auch

in der Brennstoffzellentechnologie zum Einsatz kommen können. Außerdem lassen sich zum Beispiel die Forschungsarbeiten zu Mikroplastik in der Umwelt mit dem Raman-spektroskop ausweiten.

Eine Förderzusage erhielt auch Professor Bahman Azarhoushang für den Antrag *Universal-UKPL*. Der Versuchsstand für innovative Ultrakurzpulslasertechnik ermöglicht es, neue Anwendungen in der Materialbearbeitung mit extrem kurzen Laserpulsen zu erschließen und eröffnet damit völlig neue Perspektiven in Forschung und industrieller Entwicklung. Prof. Dr.-Ing. Azarhoushang, Leiter des KSF – Institute for Advanced Manufacturing, betont die Bedeutung des neuen Geräts, mit dem die komplexen Wirkzusammenhänge beim Materialabtrag erforscht werden können und deren Beherrschung besser erlernt werden kann. Dadurch sind die beteiligten Forschenden in der Lage, bestehende Anwendungen zu optimieren und neue zu entwickeln.

Ein konkretes Anwendungsbeispiel ist die hochpräzise Strukturierung von Implantatoberflächen in der Medizintechnik. Die so erzeugten Nanostrukturen verbessern nicht nur die Biokompatibilität, sondern besitzen auch antimikrobielle Eigenschaften, was die Integration der Implantate im menschlichen Körper optimiert und das Infektionsrisiko re-

duziert. Auch in anderen Industriebereichen eröffnet der neue Versuchsstand vielfältige Möglichkeiten. So lassen sich etwa Mikrolinsenarrays für optoelektronische Systeme in der Elektronikbranche herstellen oder präzise Oberflächenmodifikationen von Lagerungen in der Energie- und Maschinenbauindustrie vornehmen. Besonders hervorzuheben sind hier Anwendungen wie die Optimierung des Reibungsverhaltens bei Hochleistungspumpen oder die Verbesserung der tribologischen Eigenschaften und Langlebigkeit von Getriebewellen in der Automobilindustrie.

In beide Forschungskonzepte sind noch weitere Institute und Arbeitsgruppen der Hochschule Furtwangen eingebunden, welche die neuen Forschungsgrößgeräte für ihre Forschungsarbeiten nutzen können. Professor Christoph Reich, Prorektor Forschen und Nachhaltigkeit, gratulierte den Antragstellern der Hochschule für den tollen Erfolg und wies darauf hin, dass die Forschungsgrößgeräte nicht nur neue Projekte im Bereich der praxisnahen Forschung ermöglichen und Kooperationen fördern werden. Sie tragen auch zur Attraktivität der Hochschule als wissenschaftliche Einrichtung bei und werden das Forschungsprofil der HFU insbesondere in den Bereichen Medizintechnik, Produktionstechnik und Smart Systems stärken.

➔ www.hs-furtwangen.de

Mit Digitalisierung CO₂ einsparen

Um Stahlteile in Form zu bringen, sind verschiedene Umformschritte notwendig. Gerade beim Warmumformen ist der Weg zum fertigen Bauteil mit hohem Energieeinsatz verbunden: Das Metall muss erhitzt werden, um es weich und formbar für das Walzen zu machen. Grund genug für die Projektpartner des Forschungsprojekts *SiPro (Simulationsbasiertes Eigenschaftsdesign entlang der kombinierten Prozesskette Ur- und Umformtechnik)*, die damit verbundenen Prozesse durchgängig abzubilden, um zusätzliches Energiesparpotenzial zu heben. Außerdem nimmt SiPro die Fertigungsqualität unter die Lupe, denn auch weniger Ausschuss hilft, unnötigen Energieeinsatz zu vermeiden und die CO₂-Bilanz des Stahlteils zu verbessern, berichtet die TU Bergakademie Freiberg.

Gemeinsames Ziel der Projektpartner ist es laut Mitteilung der TU Bergakademie Freiberg (TUBAF), die Prozesse vom Stahlguss bis zum

fertigen Bauteil als optimierten digitalen Zwilling virtuell abzubilden. Dafür analysieren sie die Fertigungsschritte mit einer simulations-

basierten Prozesskettenoptimierung. Wenn es damit gelingt, die Energieeffizienz insgesamt zu steigern, könnte der ökologische

Fußabdruck der Umformverfahren deutlich reduziert werden.

Derzeit gehen die Projektpartner davon aus, dass der Strom- und Gasverbrauch entlang der gesamten Prozesskette Warmmassivumformung um bis zu zehn Prozent reduziert werden kann. Bezogen auf die deutsche Jahresproduktion von Walzstahl von rund 30 Millionen Tonnen, könnte das theoretische Einsparpotenzial damit bei rund 4 920 000 Gigajoule pro Jahr liegen. Dies entspricht etwa 1367 Gigawattstunden – und damit dem durchschnittlichen Jahresstrombedarf von fast 400 000 Privathaushalten.

Im Projekt werden die Modelle durch Abgleich der Prozesssimulationen mit Validierungsversuchen bestätigt. Gleichzeitig werden Prozesse der Industriepartner messtechnisch digitalisiert, um die entwickelte Simulationschnittstelle zwischen Gießprozessen und Um-

formprozessen an realen Industrieprozessen zu testen. Der digitale Zwilling liefert zusätzliche Informationen, die den Projektpartnern technologische Vorteile verschaffen.

Die entstehende Prozesskettensimulation wird genutzt, um die verschiedenen Fertigungsschritte der Wärmebehandlung und Umformung zu optimieren. So will das Projektteam die Verarbeitungstemperaturen und Prozesszeiten reduzieren, ohne die Bauteileigenschaften zu beeinträchtigen. Zudem werden Möglichkeiten zur Qualitätsverbesserung und Ausschussreduzierung aus den Simulationsergebnissen genutzt.

Abschließend testen die Partner die optimierten Randbedingungen in industriellen Prozessen, um das CO₂-Einsparpotenzial verlässlich zu beziffern.

Die Forschungsschwerpunkte des Instituts für Metallformung der TU Bergakademie

Freiberg im Projekt beinhalten vor allem die Ermittlung von Werkstoffkennwerten für die Simulationen sowie die instrumentierte physikalische Simulation der Schmiede-, Walz- und Ziehprozesse innerhalb des Gemeinschaftsprojekts.

Projektpartner von SiPro sind neben der TU Bergakademie Freiberg das Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU, die TU Chemnitz, das Stahlzentrum Freiberg e. V., die Rosswag GmbH, Georgsmarienhütte GmbH, Mannstaedt GmbH, Schmiedewerke Gröditz GmbH, GSA Gesenkschmiede Schneider GmbH, MAGMA Gießereitechnologie GmbH, die Hexagon Manufacturing Intelligence GmbH sowie die Karl Diederichs GmbH & Co. KG.

➔ www.tu-freiberg.de

Alkalisches Ätzen von Aluminium neu gedacht

Henkel stellt eine innovative Lösung für mehr Effizienz und Nachhaltigkeit beim alkalischen Ätzen von Aluminium für architektonische Anwendungen vor: Bonderite C-AK 24600 ermöglicht es, je nach Anlagenkonfiguration Energie einzusparen oder die Ätzleistung zu erhöhen. Konkret kann der Anwender entweder die Ätzrate bei gleichbleibender Anwendungstemperatur erhöhen oder die Temperatur bei gleichbleibender Ätzleistung senken.

Bei der Vorbehandlung von Aluminium erfolgt in der Regel als erster Schritt eine alkalische Ätzung. Diese erzeugt eine raue Oberfläche, um die notwendige Haftung und damit die Leistungsfähigkeit der nachfolgenden Konversionsbeschichtung zu gewährleisten. Traditionell erreichen Anwender die höchste Ätzleistung mit einer höheren Temperatur – und verbrauchen entsprechend viel Energie. Das neue Produkt Bonderite C-AK 24600 von Henkel ermöglicht, die Anwendungstemperatur je nach Anlagenkonfiguration um bis zu 7 °C zu senken und gleichzeitig die erforderliche Ätzrate zu erreichen. Umgekehrt kann der Anwender die Ätzrate bei gleicher Temperatur erhöhen.

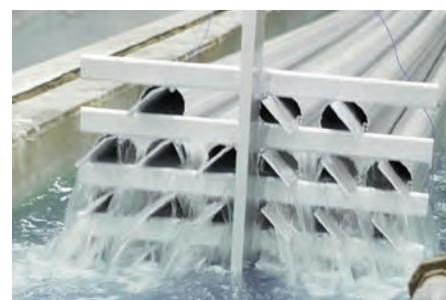
Im Vergleich zu Standardlösungen ermöglicht das neue Ätzmittel in frischen Ätzlösungen laut Henkel eine um 30 % höhere Ätzrate bei 43 °C und eine um 17 % höhere Ätzrate bei 50 °C. In älteren Lösungen beträgt die Leistungssteigerung 45 % bei 43 °C und 27 % bei 50 °C. Diese verbesserte Effizienz reduziert den Energieverbrauch und den CO₂-Fußabdruck erheblich. Ausgehend von einer Reduzierung der Temperatur in der alkalischen Ätzstufe um 7 °C ergibt sich eine Einsparung

von mehr als 0,5 Tonnen CO₂ bei Erdgas pro Kubikmeter Ätzlösung.

Anwendungsbeispiele verdeutlichen die Vorteile: In einem Fall konnte die erforderliche Ätzrate von 1,5 g/m² nun bei einer um 5 °C niedrigeren Temperatur erreicht werden, wodurch eine unmittelbare Energieeinsparung erzielt wurde. In einem anderen Fall ermöglichte das Produkt eine höhere Ätzrate von 2 g/m², ohne dass die Betriebstemperatur erhöht werden musste, berichtet Henkel.

Bonderite C-AK 24600 zeigt nach Aussage von Cristina Acedo, Senior Product Development Manager von Henkel, wie Innovationen in der chemischen Industrie dazu beitragen können, die Umweltbelastung zu reduzieren und die Wirtschaftlichkeit in der Produktionskette zu erhöhen. *Kunden können ihre Nachhaltigkeitsziele durch Energieeinsparungen erreichen. Dies war mit den bisher verfügbaren Produkten nicht möglich, da diese eine höhere Temperatur benötigten, um die gewünschte Leistung zu erzielen.*

Mit seinen Marken, Innovationen und Technologien hält das 1876 gegründete Unternehmen weltweit führende Marktpositionen im Industrie- und Konsumentengeschäft. Mit



Mit Bonderite C-AK 24600 kann beim alkalischen Ätzen von Aluminium für architektonische Anwendungen je nach Anlagenkonfiguration Energie eingespart oder die Ätzleistung erhöht werden (Bild: Henkel)

dem Unternehmensbereich Adhesive Technologies ist Henkel nach eigenen Angaben globaler Marktführer bei Klebstoffen, Dichtstoffen und funktionalen Beschichtungen. Im Geschäftsjahr 2023 erzielte Henkel einen Umsatz von mehr als 21,5 Milliarden Euro und ein bereinigtes betriebliches Ergebnis von rund 2,6 Milliarden Euro. Das Unternehmen beschäftigt heute weltweit ein vielfältiges Team von rund 48 000 Mitarbeitenden.

➔ www.henkel.de

≡ Aus 4 mach 2 – Kondensationstrocknung mit Wärmepumpe

Körperpflege, Haarentfernung, Haarpflege, Bartrasur – Themen des alltäglichen Lebens bei Frauen und Männern. Das Unternehmen Braun begann seine Erfolgsgeschichte vor 100 Jahren mit Audiogeräten. Heute stehen in vielen unserer Haushalte seine Geräte zur Körperpflege. Um sie herzustellen, bedarf es vielerlei Produktionsschritte. Ein Wärmepumpentrockner trägt nun dazu bei, die hohe Qualität zu sichern und Energiekosten zu senken.

Der Elektrogerätehersteller Braun gehört heute zum US-amerikanischen Konzern Procter & Gamble. Am Standort in Kronberg im Taunus werden seit Jahrzehnten Rasierapparate hergestellt. Sie bestehen überwiegend aus Kunststoffteilen, die in der Inhouse-Galvanik beschichtet werden. Als einer der wichtigen Prozessschritte gilt das Trocknen der Teile nach der eigentlichen Beschichtung. Dieser letzte Prozessschritt funktioniert oft nicht richtig und blockiert somit mancherorts den Fertigungsablauf. So auch beim Unternehmen Braun, das vier Ablufttrockner im Einsatz hatte. Die Temperatur konnte wegen des Materials nicht erhöht werden. Das offene System belastete das Klima durch seine Abluft. Und die Energiebilanz mit insgesamt 96 kW war schlicht zu hoch. Es war Zeit für eine Innovation.

Heutzutage können diese Herausforderungen mit alternativen Entfeuchtungstechnologien gelöst werden. *Wir haben mit der Kondensationstrocknung auf Wärmepumpenbasis eine optimale Lösung für unsere Trocknung gefunden*, betont Jens Ohlenschläger, Project Manager bei Braun in Kronberg. Diese Art der Trocknung kommt aus dem Hause Harter. Das Allgäuer Unternehmen ist seit über 30 Jahren mit seiner eigens entwickelten Wärmepumpentrocknung am Markt. Die Trocknung von sensiblen Kunststoffteilen auf

Gestellen gehört für den Trocknerhersteller zum täglichen Brot. Auf der Fachmesse SurfaceTechnology Germany in Stuttgart lernten sich Braun und Harter kennen.

Knifflige Geometrien testen

Zu Beginn eines Projekts bieten wir dem Interessenten immer Versuchstrocknungen in unserem Technikum an, erklärt Reinhold Specht, geschäftsführender Gesellschafter bei Harter. *Wir haben mehrere Trockner zur Verfügung und stellen auch individuelle Aufbauten her, um realitätsgetreue Trocknungsversuche durchführen zu können.* Das Technikum ist Versuchsstation und Ideenschmiede in einem. Ein Techniker prüft bei den Versuchen die Machbarkeit als solches und ermittelt die optimalen Parameter. Oft geht es einfach darum, die Vorgaben der Interessenten in puncto Qualität, Temperatur und Zeit abzugleichen. Aspekte wie Luftgeschwindigkeit, Luftvolumenstrom und Luftführung spielen natürlich ebenso eine Rolle. Auch Braun hat sich auf diese Weise ein Bild davon gemacht, wie leistungstark die Wärmepumpentrocknung ist.

Braun arbeitet in seiner Galvanikanlage mit einer Taktzeit von sechs Minuten. Es zeigte sich, dass sämtliche getesteten Bauteile nach maximal zehn Minuten vollständig trocken waren (Abb. 1). Dabei sei erwähnt, dass die-

se Kunststoffteile Versteifungen aufweisen. Diese Geometrie mit unterschiedlichen Ecken sorgt für eine gewisse Menge Wasserfracht nach der letzten Spüle. Exakt diese Ecken sind bei der Trocknung die wesentlichen Punkte. Bei anderen Teilen sind es Bohrungen oder Hinterschnidungen, auf die Harter sein Augenmerk legt. Und natürlich spielt die Temperatur eine große Rolle. Ab 70 °C wird es mit Kunststoff spannend, wie jeder Techniker weiß. Die Temperatur bei den Versuchen hier betrug 60 °C. Bei anderen Projekten werden auch immer wieder Temperaturen von 50 °C und weniger realisiert.

Trockene Luft erzeugen

Auf Basis der Trocknungstests werden bei Braun nun nur noch zwei Gestelltrockner als Lösung eingesetzt. Die Trockner sind mit einem Umluftsystem ausgestattet. Jeweils sechs ganz speziell für Harter angefertigte Ventilatoren sorgen für die richtige Umluft. Sie haben eine Luftleistung von je 6000 m³/h und eine Nennleistung von lediglich 0,5 kW. Harter schlug vor, noch zusätzliche Abblasdüsen in den Trocknern zu installieren. Sie können optional zugeschaltet werden, wenn die Bauteilgeometrie für die Trocknung zu schwierig ist. Durch das Abblasen wird die erste große Wasserfracht abgeführt, bevor die eigentliche Trocknung startet. Die Abbläsung von Harter arbeitet druckluftfrei. Bisher wurde sie bei Braun nicht eingesetzt. Der Elektrohersteller ist jedoch hiermit auf noch schwierigere Fälle vorbereitet.

Über isolierte Rohrleitungen sind die Gestelltrockner mit einem Wärmepumpenmodul verbunden. Bei Braun war Platz genug, um das Modul direkt neben den Trocknern zu platzieren. Sehr oft sieht in Galvanikbetrieben und Galvanikanlagen die Situation jedoch völlig anders aus. Grundsätzlich kann das Modul auch in anderen Räumen oder Etagen aufgestellt werden. Dieses Modul stellt die erforderliche Prozessluft her. Auch dieses Modul ist für den Kondensationsprozess verantwortlich. Prozessluft bei Harter bedeutet außerordentlich trockene Luft. Weil sie ungesättigt ist, nimmt sie die vorhandene Feuch-



Abb. 1: Kunststoffteile für Rasierapparate werden bei 60 °C innerhalb von elf Minuten vollständig und schonend getrocknet

Stichwort Energie

Die Energiebilanz im Hause Braun wurde durch die neue Trocknung deutlich verbessert (Abb. 3). Von ehemals 96 kW auf heute 22 kW entspricht einer Verringerung von über 78 %. Und wir haben mit einer staatlichen Förderung noch einen weiteren Bonus bekommen, resümiert Jens Ohlenschläger zufrieden.

	FRÜHER	HEUTE
Anzahl Trockner	4	2
Temperatur	70 °C	60 °C
Trocknungszeit	24 min	11 min
Nennleistung	96 kW	22 kW

Abb. 3: Kennzahlen der Trocknung im Vorher/Nachher-Vergleich

Bereits 2017 wurden Harter-Trockner als förderwürdige Zukunftstechnologie eingestuft und werden seitdem vom Staat bezuschusst. Somit ist die Wärmepumpentrocknung eine ökologisch, technisch und wirtschaftlich sinnvolle Art der Trocknung.

Kontakt

Reinhold Specht, Harter GmbH, Tel.: +49 8383-9223-0

➔ www.harter-gmbh.de

Jens Ohlenschläger, Procter & Gamble Manufacturing GmbH, Tel.: +49 173-3254818

➔ www.braun.de



Abb. 2: Gestelle mit teils stark schöpfenden Bauteilen befinden sich im Wärmepumpentrockner. Deckelsysteme sorgen für den Erhalt der wertvollen Wärme im System

te extrem schnell auf. Diesen Umstand macht sich Harter zunutze. Durch Kondensation wird die Feuchte später aus dem Kreislauf abgeführt. Die Luftentfeuchtung ist eine der Erfolgsgegaranten der Harter-Technologie.

Luft zielgenau führen

Bei Harter ist der Luftkreislauf geschlossen. Das bedeutet, dass diese Art der Trocknung grundsätzlich abluftfrei läuft. Das erhöht die Wirksamkeit des Systems um ein weiteres und schont natürlich auch Mensch und Material. Specht erläutert: *Abluftfreies Trocknen*

bedeutet zudem, dass Betreiber gänzlich unabhängig von klimatischen und jahreszeitlichen Schwankungen sind. Die Belastung durch feuchtwarme Luft, wie wir sie inzwischen oft erleben, ist dann kein Thema mehr. Zusätzlich zu all dem spielt die Luftführung bei der Trocknung eine große Rolle. Es gilt, die Luftströme zielgenau über die zu trocknenden Bauteile zu führen. Die Harter-Trockner verfügen auch über automatische Deckelsysteme. Dies hilft bei der Luftführung und bei der Energieeinsparung, ergänzt Jens Ohlenschläger (Abb. 2).

Beyond Coating. Customized Sustainable Solutions.

Forschung & Entwicklung • Digitalisierung • Nachhaltigkeit

- Wärmebehandlung
- Beschichtung
- Qualitätssicherung
- Prüfverfahren (auch als Lohnprüfungen)
- Verpackung & Versand
- Transport & Logistik



Oberflächentechnik GmbH



600 Spezialisten der Plasmatechnologie aus 33 Ländern tagten in Erfurt

Die Lesebrille, das Smartphone, das künstliche Hüftgelenk aber auch die Herstellung von Autos bis hin zu Weltraumraketen kommen ohne Plasma-Oberflächentechnologien nicht aus. *Wir berühren täglich diese hochkomplexen Materialien, die unser Leben schöner, im mehrfachen Sinne leichter und vor allem umweltschonender und damit zukunftsorientierter machen, und nutzen sie ganz selbstverständlich*, sagt Prof. Dr.-Ing. Udo Klotzbach, Geschäftsführer der Europäischen Forschungsgesellschaft Dünne Schichten e. V. (EFDS). Ihr Einsatz ermögliche eine enorme Reduzierung von Rohstoffen und Energie bei einer herausragenden Steigerung der Qualität und Funktionalität von Produkten und Herstellungsprozessen. *Plasma-Oberflächentechnik ist ein faszinierender Bereich unserer Wirtschaft und Forschung. Sie beeinflusst nicht nur unseren Alltag, sondern auch sehr stark unsere Zukunft*, erklärt Prof. Klotzbach zum Abschluss der 19. Internationalen Konferenz für Plasmaoberflächentechnik PSE2024 in Erfurt. Die EFDS ist langjähriges Mitglied der AiF Allianz für Industrie und Forschung.

Spezialthema Nachhaltigkeit: Weltweite Kompetenz im erfolgreichen Wissenstransfer

Vom 2. bis 5. September 2024 trafen sich laut einer Mitteilung der AiF fast 600 Spezialistinnen und Spezialisten aus insgesamt 33 Ländern, unter anderem aus den USA, Kanada, Singapur, Saudi-Arabien, Japan, Schweden, der Schweiz, den Niederlanden, Irland, Belgien, Italien, Taiwan und Deutschland, und präsentierten ihre Arbeit und Forschungsergebnisse in der thüringischen Landeshauptstadt. Weltweite Kompetenz erlebte hier laut Klotzbach einen Ort der Inspiration und des fachlichen sowie praxisnahen Austausches auf dem Gebiet der Forschung und dem Einsatz von Plasmatechnologien. Die begleitende Industrie-Ausstellung mit 63 Ausstellern rundete die Konferenz ab.

Nachhaltigkeit war das vorrangige, von der Industrie getragene, aber auch von der Wissenschaft unterstützte Spezialthema der Konferenz und wurde intensiv in Vorträgen

und Sessions diskutiert. Großen Andrang erlebten laut AiF-Mitteilung die Trend-Workshops zur Energietechnik und insbesondere zum Einsatz und der Infrastruktur zur Wasserstoffnutzung. In verschiedenen Formaten wurde das Thema der Digitalisierung, beispielsweise für die Diagnostik oder Simulation, themenübergreifend adressiert.

Praxisnähe und Förderung von mittelständischem Innovationsengagement

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie Unternehmerinnen und Unternehmer befassten sich in Erfurt mit Technologien der Oberflächenmodifizierung, Prozesstechnik, Messtechnik, Digitalisierung und Simulation sowie den zahlreichen Anwendungsgebieten für diese Verfahren in den Bereichen der Biomedizintechnik, Energietechnik, Sensorik, Optik, Elektronik bis hin zum Maschinenbau und zur Werkzeugtechnik. Mehrere Hundert Beiträge zu aktuellen Entwicklungen und Forschungsprojekten wurden bereits im Vorfeld der PSE2024 eingereicht. Insgesamt 170 Vorträge, 28 Keynotes, Plenary sowie Award-Vorträge und nicht zuletzt 138 Poster beinhaltete das Programm, berichtet die AiF. Zahlreiche Tutorials gaben zudem grundlegende Einblicke in die Technologie. Darüber hinaus bot die Konferenz Raum für praxisorientierte Informationen zur Nutzung von Förderprogrammen der angewandten Forschung. Förderungen des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz und des Bundesforschungsministeriums, wie zum Beispiel die Industrielle Gemeinschaftsforschung oder die sogenannte Forschungszulage, die insbesondere mittelständische Unternehmen in ihrem Innovationsengagement unterstützen, wurden hier vorgestellt und von den Unternehmen konkret abgefragt.

Naturwissenschaftlichen Nachwuchs begeistern

Am 4. September, dem dritten Konferenztag, wurde die begleitende Industrieausstellung auch für das breite Publikum geöffnet. Professor Klotzbach liegt der wissenschaftliche Nachwuchs besonders am Herzen; so hat-



Prof. Dr.-Ing. Udo Klotzbach, Geschäftsführer der EFDS
(Bild: © EFDS)

ten er und seine Mitarbeitenden auch Kontakt zum Albert-Schweitzer-Gymnasium in Erfurt aufgenommen und spezielle Angebote für die künftigen Akademikerinnen und Akademiker ins Programm eingebaut. *Wir haben ein riesiges Problem in Deutschland mit der Anzahl der Studierenden in den naturwissenschaftlichen Fachbereichen und Ingenieurstudienfächern. Gern trugen wir auch hier dazu bei, junge Menschen dafür zu begeistern*, so Klotzbach. Denn sie seien der wahre Rohstoff in unserem ressourcenarmen Land.

Über die AiF

Die Allianz für Industrie und Forschung e. V. ist das Forschungs- und Transfernetzwerk für den deutschen Mittelstand. Als Dachverband von 85 gemeinnützigen Forschungsvereinigungen sind nach eigenen Angaben mehr als 132 000 Unternehmen und 1200 Forschungseinrichtungen über die AiF-Forschungsvereinigungen eingebunden, um Forschung, Transfer und Innovation zu fördern. Damit leistet das AiF-Netzwerk einen wichtigen Beitrag, die Volkswirtschaft Deutschlands in ihrer Wettbewerbs- und Weltmarktfähigkeit nachhaltig zu stärken. Seit Gründung im Jahr 1954 lenkte die AiF nach ihren Angaben über 14 Milliarden Euro öffentliche Fördermittel in neue Entwicklungen und Innovationen und brachte mehr als 247 000 Forschungsprojekte auf den Weg.

➔ www.aif.de

Wie Anforderungen an technische Sauberkeit auch zukünftig beherrschbar bleiben

Von Bettina Kremer, Weil im Schönbuch

Die Bedeutung von Technischer Sauberkeit steigt stetig an. Und entsprechend wachsen die Anstrengungen, Partikelverunreinigungen in Bauteilen oder Baugruppen zu verhindern. Ebenso gilt es, sich an aktualisierte Richtlinien und Leitfäden für die Herstellung sauberkeitssensibler Teile, Baugruppen und Systeme im Sinne der Anforderung Technische Sauberkeit anzupassen. Was in den 1990er-Jahren die Automobilindustrie initiierte, trieb danach maßgeblich die Elektronikindustrie voran und kehrt nun im Rahmen der E-Mobilität mit Niedervolt- und Hochvoltkomponenten wieder zur Mobilitätsindustrie zurück. Dabei wird der Nachweis einer Sauberfertigung von Produktion über Logistik bis zu Verpackung und Transport auch durch den steigenden Fachkräftemangel immer wichtiger.

Die zunehmende Forderung nach technischer Sauberkeit stellt vielen Herstellern und Zulieferern immer größere Aufgaben. Dabei sind es nicht nur immer mehr Bereiche und Branchen, die eine verbindliche technische Sauberkeit verlangen, sondern auch immer höhere Anforderungen an die Qualität der gelieferten Teile. Zudem geht es nicht nur um die tatsächliche Sauberkeit, sondern auch um die Einhaltung von Normen sowie die Dokumentation und den Nachweis, dass diese Prozesse durchgeführt und eingehalten wurden. Betroffen davon sind sowohl die Herstellung von Bauteilen und Baugruppen als auch die innerbetriebliche Logistik sowie die Verpackung und der Transport zum Kunden bis in dessen Fertigungs- und Montagebereiche. Trotz großer Anforderungen können es auch kleine Unternehmen schaffen, die Forderungen nach technischer Sauberkeit einzuhalten, ohne ihr finanzielles Potenzial zu überreizen.

Technische Sauberkeit – umfassende Regelwerke

Ausgehend von der Automobilindustrie in den 1990er-Jahren mündet die Forderung nach technischer Sauberkeit von Bauteilen, die verbaut werden sollten, sehr schnell in hohe Forderungen, Normen und Dokumentationspflichten. Im Regelwerk VDA, Band 19 *Prüfung der technischen Sauberkeit – Partikelverunreinigung, funktionsrelevanter Automobilteile* sind 2004 Extraktions- und Analyseverfahren sowie die Dokumentation der Prüferergebnisse festgelegt. Mit der Norm ISO 16232 erhielt dies auch internationale Geltung. Mit der zunehmenden Verbreitung von leistungsstarken elektronischen Bauteilen und Baugruppen in Automobilen ab den 2000er-Jahren hat die Elektrotechnik das

Thema übernommen und im Leitfaden *Technische Sauberkeit in der Elektrotechnik* festgeschrieben. So soll die Herstellung von sauberkeitssensiblen Teilen, Baugruppen und Systemen im Sinne der technischen Sauberkeit als so genannte *Sauberfertigung* erfolgen. Entlang der gesamten Wertschöpfungskette vom Rohmaterial bis zur Endnutzung sollen dabei die Bereiche Fertigung, Montage, Personal, Reinigung, Verpackung, Lagerung und Transport berücksichtigt werden.

E-Mobilität sorgt für neue und größere Herausforderungen

Mit dem Einsatz von elektronischen Baugruppen in batterie- oder akkubetriebenen Systemen kehrt das Thema über die Elektromobilität mit Wucht in die Mobilitätsindustrie mit Auto- und Fahrradmotoren zurück. Ebenso nutzen die Bereiche Elektrowerkzeuge und Haushaltsgeräte verstärkt Akkus als Energiequelle. In diesem Zusammenhang erhält die Hochvoltrichtlinie für die Leistungselektronik aus dem Jahr 2014 immer mehr Bedeutung. Sie legt Partikelgrenzwerte im Hinblick auf elektrische Abstände, Luft- und Kriechstrecken, Prozesssicherheit und Wiederholgenauigkeit in der Serienfertigung sowie den Umgang mit nichtmetallischen Partikeln und Fasern fest.

Für die Herstellung, die Veredelung und den Einsatz von Elastomerdichtungen bedeutet dies einen immer größeren Aufwand in der Herstellung sauberer und funktionsfähiger Teile; insbesondere, wenn die Baugruppen immer kleiner und leistungsfähiger werden und immer mehr Funktionalitäten innerhalb einer Baugruppe verbaut sind. Damit brauchen auch immer kleiner werdende Dichtungen eine besondere Behandlung, bevor sie ihren langlebigen Einsatz antreten dürfen.



Die leistungsfähige Beschichtung OVE40SL auf Elastomeren erfordert porentiefe und verbrieftete Reinigung der Dichtungsringe
(Bild: OVE Plasmatec)

Wenn das Volumen einer Dichtung immer kleiner wird, ist das Verhältnis von herstellungsbedingten Restpartikeln zum gesamten Teil immer ungünstiger. Umso wichtiger ist es, diese Partikel zu entfernen, bevor die Dichtungen beschichtet beziehungsweise oberflächenbehandelt werden. Dementsprechend hoch ist die Anforderung an die Technische Sauberkeit. Die OVE Plasmatec GmbH meistert diese Herausforderungen gerade erfolgreich bei einer nur erbsengroßen Dichtung für E-Bike-Elektromotoren.

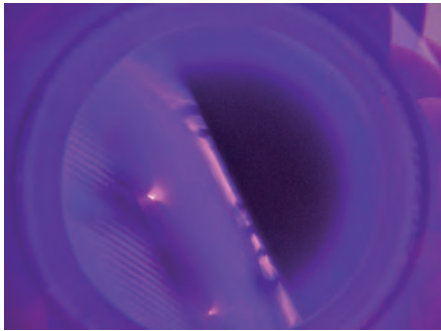
Kleine Teile, große Verantwortung – mit Plasma in die Tiefe

Fakt ist: Mit dem Beschichten von Elastomerdichtungen werden aus einfachen Dichtungen leistungsfähige Hightech-Teile. Damit lassen sich Reibwerte ebenso verbessern, wie deren dynamische Funktionen. Durch Vereinzeln und optionale Farben erleichtert sich die Montage und das macht die automatisierte Verarbeitung der Dichtungen oftmals erst möglich. Gleichzeitig entfällt das aufwändige, manuelle Aufbringen herkömmlicher Fertigungs- und Montagehilfen. Die Beschichtung mit einer wasserbasierten

OBERFLÄCHEN

Gleitlackschicht ist hauchdünn und hochelastisch. Wichtigste Voraussetzung für deren Aufbringung ist dabei die absolute Sauberkeit und verbriefte LABS-Konformität. Das Ergebnis sind grundgereinigte Elastomerdichtungen. Darüber hinaus gibt es beim Reinigen heute vom einfachen Waschen über das tiefenwirkende Plasmareinigen ebenso geprüfte LABS-Konformität nach verschiedenen Werksnormen.

Beim Plasmaverfahren kommen die grundgereinigten Elastomere in eine Niederdruckplasmaanlage, in der zunächst ein Vakuum erzeugt wird. Ein Hochfrequenzgenerator liefert elektrische Spannung, die gemeinsam mit Umgebungsluft beziehungsweise Sauerstoff eingebracht wird. So entsteht ein elektrisch leitfähiges Gas, das Plasma, das die Oberflächeneigenschaften der Dichtungsrin-



Beim Plasmaverfahren werden die grundgereinigten Elastomere in eine Niederdruckplasmaanlage unter Vakuum mittels Sauerstoffplasma bearbeitet (Bild: OVE Plasmatec)



Durch das Plasmaverfahren werden neben verbliebenen oberflächlichen Fertigungshilfsmitteln je nach Materialzusammensetzung auch diffundierte, ungebundene Mischungsbestandteile wie Weichmacher aus Elastomeren herausgelöst (Bild OVE Plasmatec)

ge verändert, indem die Moleküle angeregt werden. Bei dieser Feinstreinigung bilden sich Sauerstoffradikale (O^*) und Ozon (O_3). Die freien Radikale mit den ausdiffundierenden nicht-elastomeren Stoffen verbinden sich mit Rückständen der Fertigungshilfsstoffe und oxydieren als Gas (CO_2) und H_2O . So werden nicht nur verbliebene oberflächliche Fertigungshilfsmittel entfernt, sondern auch, je nach Materialzusammensetzung, diffundierte, ungebundene Mischungsbestandteile wie Weichmacher aus Elastomeren herausgelöst.

Nachgewiesene LABS-Konformität gefordert

LABS ist ein Akronym für Lackbenetzungsstörende Substanzen. Diese Substanzen verhindern eine gleichmäßige Benetzung der zu lackierenden Oberflächen und verursachen so trichterförmige Störstellen und Krater in der Lackschicht. Seit der Einführung von lösemittelarmen Lacken in der Automobilindustrie wird für Produktionsmaterial, Anlagen und Werkzeuge die LABS-Konformität gefordert. Auch in der Vorbehandlung von Klebeflächen sind Störstellen nicht erwünscht, weil sie die Haftung reduzieren. Da nicht bekannt ist, welche Substanzen zu diesen Störungen führen, werden Materialien, Bauteile und Baugruppen auf LABS-Konformität geprüft. Während bei Metallen und vielen Kunststoffen durch intensive Reinigung die oberflächliche haftenden Fertigungshilfsmittel sicher entfernt werden können, genügt bei Elastomeren eine Oberflächenreinigung nicht. Hier schafft erst das Plasmaverfahren LABS-Konformität.

Wo Normwerte fehlen, ist Expertenwissen gefragt

Neben den Anforderungen aus den Regelwerken und Normen werden auch Kundenanforderungen häufiger, die eine Reinigung nach diesen Normen einfordern. Dabei wird eine erhöhte Anfrage nach dokumentierter technischer Sauberkeit festgestellt, seit das Thema Fachkräftemangel in den Fokus rückt. Was früher auf Vertrags- und Vertrauensbasis zwischen zwei Geschäftspartnern auch ohne verbriefte Ergebnisse möglich war, rückt immer mehr in den Hintergrund. Stattdessen wachsen die Forderungen nach zertifizierter technischer Sauberkeit. Kunden verlangen also genau diese Leistungen, die auch in den Regelwerken und Normen festgelegt sind. Also Produkte, Komponenten und Bauteile, die den entsprechenden Grad der Reinheit aufweisen und sicherstellen, dass keine unerwünschten Partikel, Verunreinigungen und



Staubfilter an Fenstern und Aeropur-Luftreiniger sorgen für hochsaubere Produktionsbedingungen ohne Reinraumtechnologie (Bild: OVE Plasmatec)

Rückstände auf den Oberflächen vorhanden sind, die die Qualität, Funktionalität und Lebensdauer beeinträchtigen könnten. Daraus resultieren individuelle Anforderungen basierend auf VDA Band 19, wie beispielsweise der CCC-Code.

KMUs müssen vor steigenden Standards nicht kapitulieren

Das Ergebnis zeigt, dass auch kleine und mittlere Unternehmen (KMU) nicht vor den steigenden Anforderungen, Richtlinien und Verordnungen nach technischer Sauberkeit zurückschrecken müssen. Es ist möglich, Partikelverunreinigungen auf Bauteiloberflächen oder in Baugruppen zu verhindern und Richtlinien sowie Leitfäden für die Herstellung sauberkeitssensibler Teile, Baugruppen und Systeme im Sinne des Regelwerks Technische Sauberkeit einzuhalten, ohne dass dies die finanziellen Möglichkeiten der KMU sprengt.

OVE macht Dichtungen leistungsstärker

Das 1990 gegründete Familienunternehmen OVE Plasmatec GmbH kümmert sich als hochprofessioneller Dienstleister um die Oberflächenveredelung von Elastomeren. Das umfasst die Prozesse Reinigen, Beschichten, Behandeln und Service. Einzigartig ist nach Mitteilung des Unternehmens das Niederdruck-Plasmaverfahren, mit dem Dichtungen maschinell tiefengereinigt werden. Umfangreiche Serviceleistungen, wie beispielsweise Prüfen, Sonderverpacken oder Beschriften erleichtern Dichtungsherstellern und -anwendern die Abläufe. Qualitätsprüfungen mit Reib-

wert- oder Drehmomentmessungen sowie Tests auf LABS-Freiheit und die dazugehörigen Dokumentationen geben Kunden die gewünschte Sicherheit. Mit rund 30 Mitarbeitern und einem professionellen Maschinenpark werden jeden Monat nach eigenen Angaben im Durchschnitt 80 Millionen Teile bear-

beitet. Mit einem 2024 eröffneten eigenen Technikum gestalten die innovativen Pioniere der Hochleistungsbeschichtungen für Elastomere die Zukunft der Reinigungs- und Beschichtungstechnik aktiv mit. Immer im Blick haben die hochprofessionellen Dienstleister für die Oberflächenveredelung von Elasto-

meren dabei Partikelreinheit, Keimfreiheit sowie geprüfte und zertifizierte LABS-Freiheit. Das entsteht durch die Reinigungs- und Beschichtungsprozesse und betrifft neben den Produkten auch die Verpackungen.

➔ www.ove-plasmatec.de

Innovative Oberflächentechnik mit eiffo

Als Plattform für Entwicklungsaktivitäten speziell für kleine und mittelständische Betriebe der oberflächentechnischen Branchen konzipiert, plant und begleitet eiffo die Durchführung konkreter industrieller Entwicklungs- und Innovationsmaßnahmen.

Aktuelle Themen sind zum Beispiel:

- Effiziente vorausschauende Wartung kompletter Galvanikanlagen
- Optimierung von Produktionsplanung und Prozesssteuerung mit Künstlicher Intelligenz
- Weiterentwicklung der Hartchromabscheidung aus Chrom(III)elektrolyten
- Erzeugung superhydrophober Oberflächen mittels Pulverbeschichtung.

eiffo kombiniert für die erfolgreiche Umsetzung dieser Entwicklungen in die Praxis eine einzigartige Gruppe von Fachleuten, die die Bedürfnisse der Unternehmen aus eigener



betrieblicher Erfahrung kennen. Geprägt von Erfahrungen aus der Oberflächentechnologie stehen kleine und mittlere Unternehmen im Vordergrund, bei denen eine enge Zusammenarbeit mit Kunden, Lieferanten und Behörden Grundvoraussetzung für ein erfolgreiches Bestehen am Markt ist.

eiffo wurde seit ihrer Gründung 2013 in der Rechtsform einer eingetragenen Genossenschaft geführt. Diese Form hatte sich zuletzt als nicht zukunftsfähig erwiesen, daher wird

das Geschäft seit Mitte 2024 in Form einer eingetragenen Partnergesellschaft und der Firmierung *eiffo PartG Innovationsberatung* mit Sitz in Würzburg geführt. Die bisherige Genossenschaft läuft zum Jahresende 2024 aus. Die neue Partnergesellschaft hat ein identisches Kompetenz- und Tätigkeitsprofil sowie Partner- und Mitarbeitergleichheit und führt alle Aktivitäten von eiffo nahtlos fort.

➔ www.eiffo.de

BRW
CHEMIE

SEIT 2020 MIT EINEM NEUEN TEAM
UND EINER STARKEN GRUPPE
DAHINTER.

WIR LEBEN OBERFLÄCHENTECHNIK

- + **Metarox** – Entfettung
- + **Avant / Amex Elcid** – saure Zinksysteme
- + **Royal** – cyanidische Zinksysteme
- + **Nickofan** – Nickelsysteme
- + **Cobre/Cuprofan** – cyanidische und alkalisch cyanfreie Kupfersysteme
- + **Colorchrom** – Passivierungen
- + **Metastrip** – Beizentfetter und Entmetallisierungen
- + **Cynex** – alkalische Zinksysteme
- + **Quimi** – chemische Nickelsysteme
- + **Cuprocid** – saure Kupfersysteme
- + **RSI-Produktreihe** – Produktlösungen für Eloxalbetriebe
- + **Avant Guard** – Top Coats
- + **Metallfärbungen**
- + **Zink-Nickel Verfahren**
- + **Weißbronze**
- + **Mechanische Verzinkung** – Produktlösungen und Anlagenbau

≡ Ultradünne, harte und nachhaltige Antihafbeschichtung

Die von Fraunhofer-Forschern neu entwickelte UltraPLAS®-Beschichtung hat sich in der Praxis als bahnbrechende Lösung für die Herausforderungen bei Urformverfahren erwiesen, berichtet das Fraunhofer-Institut für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM. Diese fortschrittliche Trenn- und Easy-to-clean-Beschichtung wird mittels eines kalten Plasmaverfahrens als Gradientenschicht aufgetragen und eignet sich für Materialien wie Werkzeugstahl, Edelstahl und Aluminium. Durch die besonderen physikalischen Eigenschaften ermöglicht UltraPLAS® eine perfekte Abbildung von nanoskaligen bis hin zu spiegelglänzenden Oberflächen. Aufgrund einer Verringerung der Nachbearbeitungsschritte und durch den Verzicht auf externe Trennmittel, wird die Anwendung als hochwirtschaftlich eingestuft.

Wie es gelingen kann, hochwertige und anspruchsvolle Werkzeugoberflächen derart zu beschichten, dass die Produktion verbessert und die Reinigungsprozesse deutlich herauszögert beziehungsweise vereinfacht werden können, haben Forschende des Fraunhofer-Instituts für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM gemeinsam mit Partnern in den durch die Industrielle Gemeinschaftsforschung IGF geförderten Projekten *GlossyCast* und *UltraTrenn* untersucht. Ziel der Forschungsvorhaben war es, die Entformungskräfte und die Belagsbildung auf den Formoberflächen zu reduzieren und dabei den jeweils spezifischen Belastungen des Zinkdruck- beziehungsweise des Kunststoffspritzgießens dauerhaft standzuhalten.

Gerade der Bereich des Spritzgießens technischer Kunststoffteile verlangt nach Lösungen zur Reduktion von Entformungskräften und Belagsbildung. Dies gilt besonders bei der Fertigung von Bauteilen mit hochglänzenden Oberflächen oder mit hochdefinierten Mikrostrukturen, wie beispielsweise Kunststofflinsen, Zierblenden oder hochgradig maßhaltigen Steckern. In gleicher Weise verhindern im Zinkdruckgießen Beläge sowie Trenn- und Schmiermittel die Herstellung von hochwertigen, glänzenden Metalloberflächen. In der Folge treten erhebliche Kosten für die Nachbearbeitung auf. Unabhängig davon kann allein der Trennmittelauftrag etwa 20 Prozent der Zykluszeit ausmachen, sodass ein beachtliches Einsparpotenzial besteht, sofern auf Trennmittel verzichtet werden kann.

UltraPLAS® ermöglicht hervorragende Schichteigenschaften

Um das genannte Anforderungsprofil innerhalb der Projekte zu erfüllen, dass die Trennbeschichtung ultraglatte, optische Oberflächen ($R_a < 25 \text{ nm}$) abbilden kann, muss die Beschichtung selbst glatt und strukturlos sein. Zur Erfüllung dieser Kriterien wurde das kalte Plasmaverfahren, das sogenannte

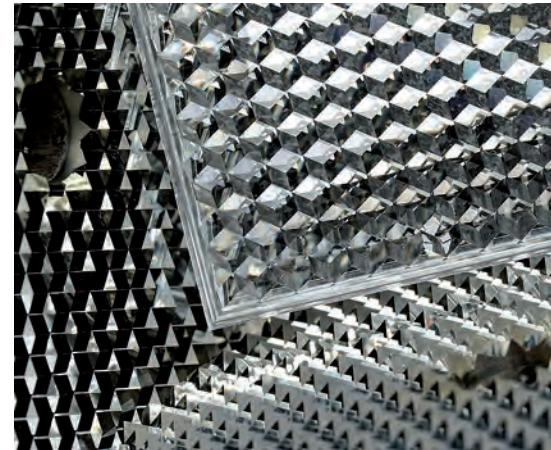
PE-CVD-Verfahren (Plasma enhanced chemical vapour deposition), eingesetzt. Durch den Aufbau einer Gradientenschicht ermöglicht dieses Verfahren einerseits eine exzellente Schichthaftung zum Produktkörper und andererseits produktseitig sehr gute Antihafteigenschaften mit exzellenten physikalischen Merkmalen. Die so erzeugte Beschichtung zeichnet sich beispielsweise durch einen hohen E-Modul (28–32 GPa) und eine hohe Dichte ($1,5 \text{ g/cm}^3$) aus. Dies resultiert in einen Mohshärtebereich von 5,5, der damit auf dem Niveau von Gläsern oder Emaille liegt. Kennzeichnend ist, dass sie als Antihafbeschichtung zudem eine geringe Oberflächenenergie ($< 28 \text{ mN/m}$) mit geringer Polarität ($< 1,5 \text{ mN/m}$) aufweist.

Unterstützt wird dieses Verhalten dadurch, dass es den Fraunhofer-Forschenden gelungen ist, die UltraPLAS®-Beschichtung mit einer besonders geringen Schichtdicke von unter 100 nm auszuführen. Dies hatte sich sogar im GlossyCast-Projekt als notwendig erwiesen, um eine gute Antihafwirkung bereitzustellen. Zudem erlauben es die dünnen, strukturlosen Schichten sowohl nanoskalige Oberflächenstrukturen, zum Beispiel für das Nanoimprintverfahren, als auch spiegelglänzende Oberflächen perfekt abzubilden.

Nachhaltige Qualität und wirtschaftliche Produktion garantiert

Umfangreiche Praxisuntersuchungen im Rahmen der Projekte bei verschiedenen Industrieunternehmen haben nach Mitteilung des Fraunhofer IFAM gezeigt, dass im Bereich des Spritzgießens die Entformungskräfte und die Belagsbildung reduziert werden. Zudem konnte gezeigt werden, dass durch die Verringerung der Adhäsionskräfte die Summe der Entformungskräfte abnimmt. In der Folge kann die Entformungstemperatur erhöht und der Reibungsanteil reduziert werden.

Im Gegensatz zum Stand der Technik kann die Beschichtung plasmatechnisch effektiv und schonend entfernt werden, sodass im



UltraPLAS® ermöglicht eine perfekte Abbildung spiegelglänzender Oberflächen; trennbeschichtetes Werkzeug (I.) mit spritzgegossenem Element © IFAM/Wolfgang Hielscher

Bedarfsfall eine Neubeschichtung auch mehrfach ohne Qualitätseinbußen vorgenommen werden kann. Besonders interessant ist dies bei hochglänzenden Werkzeugoberflächen, da dadurch die aufwendige Polierarbeit oder die Ultrapräzisionsbearbeitung entfallen kann. Es hat sich zudem gezeigt, dass die direkte gießtechnische Erzeugung von hochwertigen Zinkdruckgussoberflächen die Wirtschaftlichkeit erheblich steigern kann. Durch die signifikante Verbesserung der Oberflächenqualität der Gussteile können kosten- und zeitaufwendige mechanische Nachbearbeitungsschritte wie Strahlen, Schleifen und Polieren vereinfacht oder sogar ganz vermieden werden. Zusätzlich können die einzelnen Prozessschritte der galvanischen Oberflächenbeschichtung verkürzt oder reduziert werden. Die Entwicklung dieser dauerhaften UltraPLAS®-Trennschicht für den Zinkdruckguss stellt dem Fraunhofer IFAM zufolge einen bedeutenden Fortschritt in der Gießertechnik dar. Die Möglichkeit, auf den Einsatz von Trennmitteln zu verzichten, eröffnet neue Potenziale zur Verbesserung der Gussqualität, Reduzierung der Produktionskosten und umweltfreundlicheren Produktion.

Da die Zinkgussteile ohne Trennmittel hergestellt wurden, wird die Vorbehandlungszeit für die Galvanisierung reduziert und der Materialverbrauch wird gesenkt. Die hergestellten Bauteile weisen die gewünschte Rauheit auf. Aufgrund der glatteren Oberfläche kann auf die Glanzkupferbeschichtung verzichtet werden, was zu Einsparungen bei Materialien, Zeit und Abwasser führt. Die Reduzierung der Schichtdicke von Kupfer (cyanidisch) und

Glanznickel um jeweils 50 Prozent führte erneut zu Einsparungen bei Materialien und Zeit.

Hintergrundinformation zum Entwicklungsprozess:

Der Entwicklung von UltraPLAS® ging die PLASLON®-Antihafbeschichtung voraus, die sich durch eine hohe Härte (Mohshärte 4,5 bis 5,5) und eine ausgezeichnete Temperaturbeständigkeit bis zu 230 °C auszeichnet.

Dieses Eigenschaftsprofil hat Beschichtung zu einer beliebten, PFAS-freien Easy-to-clean-Beschichtung für Kochgeschirr gemacht.

Kontakt:

Dr. Klaus Vissing, Fraunhofer IFAM,
E-Mail: klaus.vissing@ifam.fraunhofer.de

➔ www.ifam.fraunhofer.de

Dörken zieht positives Fazit nach WindEnergy Hamburg

Vom 24. bis 27. September war Hamburg wieder Austragungsort der WindEnergy – die Weltleitmesse für Windenergie. Mit ihren Korrosionsschutzlösungen und Themen rund um das geplante PFAS-Verbot war auch Dörken vertreten.

Vier Tage lang drehte sich in Hamburg alles um die regenerative Energieerzeugung im On- und Offshore-Bereich. Dabei zeigte die WindEnergy eindrucksvoll, dass sie weiterhin die internationale Plattform für aktuelle Entwicklungen und Innovationen in der Windbranche ist. Sie lockte mehr als 43 000 Besucher und 1600 Aussteller in insgesamt zehn Hallen. Neben den ausstellenden Unternehmen gab es ein abwechslungsreiches Konferenzprogramm mit mehr als 300 Sprechern und Sprecherinnen, die Einblicke in die Zukunft der Windenergie boten.

Die WindEnergy hat wieder einmal gezeigt, wie wertvoll sie für unsere Branche ist, resümiert Iñigo Hoz Imaz, Dörken Business Development Europe. Wir konnten viele interessante Gespräche und Diskussionen mit Besucher und Besucherinnen entlang der gesamten Wertschöpfungskette führen. Besonders die Themen Nachhaltigkeit, geringe CO₂-Emissionen und PFAS-Beschränkungen interessierte die Standbesucher, berichtet Dörken. Passend dazu hatte das Unternehmen seine Expertise im Bereich PFAS-frei-

er Lösungen im Gepäck und konnte den Hybrid-Topcoat DELTA-PROTEKT® TC 502 GZ vorstellen. Dank des sehr engen Reibungszahlfensters eignet sich der silberne Topcoat laut Dörken ideal für metrische Bauteile wie Schrauben oder Muttern.

Generell zeigte Dörken auf der WindEnergy 2024 seine Expertise im Bereich Beschichtungslösungen. Besonders hervorheben kann man den regen Austausch mit Besucher und Besucherinnen unseres Standes an Produkten mit geringer Vernetzungstemperatur, effizienten Technologien und geringer Auswirkung auf die Umwelt, fasst René Rother, Key Account Manager Industrial, zusammen. Dazu gehört auch das DELTA-PROTEKT® Repair, ein leistungsfähiges Zinklamellenspray aus der Sprühdose, welches bei geringen Temperaturen aushärtet. Dadurch lässt es sich sowohl beim Ausbessern von Fehlerstellen als auch beim kleinflächigen Beschichten einsetzen.

Es war uns wie immer eine Freude, mit dem Who's who der Windindustrie zusammenzukommen. Wir freuen uns schon auf die



Dörken auf der WindEnergy in Hamburg
(Bild: Dörken)

nächste WindEnergy in zwei Jahren, so Klaus Gradtke, Key Account Manager Industrial.

➔ www.doerken.de



Lufttechnische Anlagen
Abluftreinigung
Ventilatoren



Wärmerückgewinnungssysteme
Prozesskühlung
Modernisierung bestehender Anlagen

Wir schließen Ihren Energiekreislauf

AIRTEC MUEKU GmbH
Im Ganzacker 1
56479 Elsoff / Germany
+49 (0) 2664 / 997386-0
info@airtec-mueku.de
www.airtec-mueku.de

Innovation: Zugpferd für die Oberflächenbranche der Zukunft

Bericht zu den ZVO-Oberflächentagen 2024 in Leipzig – Teil 2



[Zum online-Artikel](#)

Zahlreiche Ansätze zur Optimierung der Fertigungsabläufe in der Oberflächentechnik durch Digitalisierung unterstützen die Unternehmen dabei, Energie und Ressourcen einzusparen, die Bearbeitungszeiten zu verkürzen oder auch die Mitarbeiter zu entlasten. Dabei zeigt es sich, dass einige der Methoden, beispielsweise in der Anlagensteuerung, bereits in der Praxis Einzug gefunden haben. Vor allem die steigenden Anforderungen der Kunden an Oberflächen und Beschichtungen haben dazu geführt, dass auch seit längerem bestehende Verfahren zur Oberflächenbehandlung, zur Rückgewinnung von Wertstoffen oder zur Vereinfachung von Prozessfolgen intensiv untersucht wurden. Daraus ergeben sich Möglichkeiten, Oberflächen und Beschichtungen durch mehr oder weniger starke Modifikation von Prozessmedien gezielt an die Anforderungen der Kunden anpassen zu können. Im Bereich der Hochschulforschung zeigt es sich, dass beispielsweise der Einsatz von ionischen Flüssigkeiten für die Herstellung von neuartigen Schichten von großem Interesse ist. Diese Schichten finden vor allem für die Energiespeicherung, Energieumwandlung in Brennstoffzellen oder die effiziente Herstellung von Energieträgern wie Wasserstoff Anwendung.

Fortsetzung zu WOMag 10/2024

Digitalisierung in der Oberflächentechnik

Einsatz moderner KI-gestützter Automatisierungstechnologie

Modernste Steuerungs- und Automatisierungstechnologien werden öfters in Verbindung gebracht mit dem Neubau von hochkomplexen Anlagen. Doch lassen sich häufig aufwändige Neubauten umgehen, indem bestehende Anlagen durch eine Umrüstung auf moderne Technologien eine Leistungssteigerung erfahren, wie Andreas Scholz und Florian Wimmenauer, Aucos AG, in ihren Ausführungen deutlich machten.

Die verschiedenen in der Praxis zu findenden Anlagentypen, von manuell geführt über teilautomatisiert bis hin zu vollautomatisiert, weisen unterschiedliche Herausforderungen in Bezug auf die Anlagensteuerung aus. Dementsprechend stehen auch unterschiedliche Möglichkeiten zur Verfügung, mit moderner Technologie den Ablauf für die galvanotechnische Fertigung zu vereinfachen und den Output einer Anlage zu steigern. Verfahren erlauben es zum Beispiel, bei einer händisch geführten Anlage alle Verfahrensabläufe zentral in der Anlagensteuerung zu speichern sowie jeden einzelnen Prozessschritt zu protokollieren. Mit einer anderen Variante kann ein Auftragsvorrat anhand von verfügbarem Personal, verfügbaren Produktionsmitteln und verfügbarer Anlagenkapazität optimiert werden. Zunehmend interessant ist es, dass sich eine Anlage durch die Mithilfe einer intelligenten Steuerung selbstständig energetisch optimieren und Equipment selbstständig

dig bereit beziehungsweise inaktiv geschaltet werden kann.

Elektrochemische Steuerung von Prozessschritten

Mit Hilfe der Potenzial-Transienten-Methode wurde eine elektrochemische Sensorik zum Echtzeit-Monitoring der Prozessschritte Entfetten, Beizen und Passivieren innerhalb einer Abscheidungsline für Zink-Nickel-Überzüge auf Stahlteilen entwickelt und deren industrielle Anwendbarkeit evaluiert. Die von Prof. Dr. Guenter Schmitt von der IFINKOR – Institut für Instandhaltung und Korrosionsschutztechnik gGmbH, vorgestellte Sensorik ist dadurch gekennzeichnet, dass das zu behandelnde Bauteil als Elektrode in das jeweilige Prozessmedium bei dessen üblichen Betriebsbedingungen getaucht und von Beginn an der zeitliche Verlauf des elektrochemischen Potentials der Bauteiloberfläche gegen eine Bezugs elektrode gemessen wird. Der jeweilige Prozessschritt ist beendet, wenn die Steigung der Potenzial/Zeit-Kurve einen Wert nahe Null ($dU/dt \approx 0$) annimmt und sich ein Potenzialplateau einstellt. Die Zeit, in der das Kriterium ($dU/dt \approx 0$) erreicht wird, kann zur Steuerung der Taktzeit des jeweiligen Prozessschritts, zur Bewertung der Wirksamkeit des Mediums und im Falle der Prozessschritte Entfetten und Beizen zum Bewerten der Kontaminationsintensität der Bauteiloberfläche durch Fett oder metallische Deckschichten genutzt werden. Beim Erreichen des Kriteriums ($dU/dt \approx 0$) stellt sich im alkalischen Entfettungsmedium eine optimale Hydrophilie der Metalloberfläche ein.

In der Beizlösung wird bei diesem Kriterium eine optimale Oberflächenaktivierung erreicht, was durch die Bestimmung der Haftfestigkeit der Zink-Nickel-Schicht belegt wird. In der Passivierung auf Basis von Chrom(III)-verbindungen und Zirkonium wird optimale Korrosionsschutzwirkung erzielt. Die industrielle Anwendbarkeit der Monitoringmethode wurde am Beispiel der Zink-Nickel-Passivierung gezeigt. Die im internationalen ZIM-Projekt *MONACO-PLATE* entwickelte Sensorik liefert einen grundlegenden Beitrag zur Digitalisierung von galvanotechnischen Prozessen.

Digitales Elektrolytmanagement

Während Prozesszeiten und -temperaturen in der galvanotechnischen Praxis nach den Erfahrungen von Sebastian Breuckmann, Ditec Dr. S. Kahlich & D. Langer GmbH, vollautomatisiert sind und oft präzise eingehalten werden, kommt es bei der Zusammensetzung von Prozessmedien häufig zu signifikanten Schwankungen, die sich in Qualitäts- und Ressourcenkosten niederschlagen können. Die richtige Elektrolytpflege erfordert in der Regel hochqualifiziertes Personal und teure technische Ausstattung.

Unter Betrachtung der vielfältigen Einflüsse auf Elektrolyte werden aktuell angewandte Methoden sowie ein neuer Lösungsansatz in Betracht gezogen, der ohne größere hardwareseitige Umrüstungen die Elektrolytführung durch das Nutzen von Daten vereinfacht und automatisiert. Im Vordergrund steht dabei das Erzielen eines Mehrwerts für den Anwender. Ein entsprechendes digitales Elek-



Fachausstellung auf den ZVO-Oberflächentagen 2024 in Leipzig



(Bilder: ZVO/S. Hobbiesiefken)

OBERFLÄCHEN

trolytmanagement kann beispielsweise auch dazu genutzt werden, neue, komplexere Prozesse einzuführen und Schichtmaterialien zu erforschen. Durch die Nutzung des entwickelten digitalen Elektrolytmanagements ergeben sich Optimierungspotenziale und Lösungsansätze, um Kosten einzusparen, eine Qualitätsverbesserung zu erzielen oder Prozess-Know-how nachhaltig zu erreichen.

Digitalisierte Galvanotechnik und Datennutzung

Die fortschreitende Digitalisierung, mit der sich Dr. Peter Schwanzer, Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA, befasst, eröffnet für die Galvanotechnik neue Möglichkeiten, stellt Unternehmen aber auch vor neue Herausforderungen. Für unterschiedliche Unternehmensbereiche ergeben sich verschiedene Anforderungen und Lösungen, es bietet sich Schwanzer zufolge aber durchgehend eine Vielzahl von Chancen zur Effizienz- oder Qualitätssteigerung an. Daten und Datenverfügbarkeit sind eine Basis der digitalisierten Galvanotechnik, ein Mehrwert ergibt sich aber erst durch deren gezielte Nutzung, wie beispielsweise durch konkrete Datenanalysen oder zukünftig verstärkt auch durch Maschinelles Lernen und Künstliche Intelligenz. Im Rahmen des vom BMBF geförderten Projekts *SmArtPlaS* wurde am Fraunhofer IPA eine Lerngalvanik für die Entwicklung und Pilotanwendung von Industrie-4.0-Ansätzen in der Galvanotechnik aufgebaut. Die Forschungs- und Demonstrationsumgebung bildet wichtige Aspekte einer galvanischen Produktion im Kontext von Industrie 4.0 ab und dient als Plattform zur Datenerfassung verschiedenster Prozess- und Produktionsdaten, die dann für eine weitere Nutzung und die Entwicklung von Anwendungen zur Generierung von Mehrwerten zur Verfügung stehen.

Aus bisherigen Arbeiten mit Fokus auf die Produktionstechnik wurden Ansätze zur Digitalisierung der Galvanotechnik für einen effizienteren Anlagenbetrieb erarbeitet. Mit Hilfe der Lerngalvanik zur Datengenerierung wurde die Anwendung von Maschinellem Lernen in der Galvanotechnik in Angriff genommen. Peter Schwanzer stellte im Rahmen seines Vortrags erste positive Ergebnisse und auch aufgetretene Herausforderungen vor.

KI-basierte Inlinemessgeräte für die Galvanotechnik

Galvanotechnische Prozesse bieten viel Potenzial, Energie und Ressourcen einzusparen.

Essenziell hierfür ist die Erfassung von allen relevanten Prozessparametern. Eine für die Produktionsumgebung geeignete und dabei hinreichend kostengünstige Messtechnik ist allerdings noch nicht verfügbar. Rowena Duckstein, Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST, und Marija Rosic TU Braunschweig/Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik, stellten die aktuellen Ergebnisse des vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projekts *KI-InGatec* vor.

Das Projekt verfolgt den Ansatz, eine KI-basierte messtechnische Systemlösung für die industrielle Galvanotechnik zu entwickeln, mit der eine Vielzahl der für die Digitalisierung von galvanotechnischen Produktionsprozessen relevanten Prozessparameter kostengünstig und in ausreichender Genauigkeit bereitgestellt werden kann. Kernpunkt ist somit der Ersatz eines Großteils der sonst erforderlichen, teuren chemischen Analytik durch eine KI-basierte Datenauswertung. Die geplante Systemlösung soll vollständig als cyber-physisches Produktionssystem integrierbar sein und über die dafür erforderlichen Schnittstellen verfügen.

Lösungsansätze zur Digitalisierung in der Galvanik

Wie Arnaud Kropp, Softec GmbH, einführend betonte, stehen Lohnveredler im Rahmen der Digitalisierung vor einer Vielzahl von Möglichkeiten, wie sie ihren Betrieb optimieren können. Welche davon konkret in Frage kommen, ist von Unternehmen zu Unternehmen unterschiedlich, denn Digitalisierung bietet eine große Bandbreite an Lösungsansätzen. Ein Einstieg in die Digitalisierung für Betriebe im Bereich der Lohnveredelung kann zum Beispiel mit einem Datenaustausch zwischen Büros und Produktion beginnen. Die Rück-



AR-Einsatz und Weiterentwicklung in der IPA-Lerngalvanik
(Bild: Softec)

meldung von Betriebsdaten lässt sich auf mehreren Wegen bewerkstelligen: über feste Terminals, per App, RFID oder Anlagenkopplung.

Digitale Anwendungen können beispielsweise eingesetzt werden für die Betriebsdatenerfassung, die Prüfung technischer Parameter, Lade- und Lagerlisten, die Bauteilerfassung und Verfolgung mit Unterstützung von Fotos bis hin zur AR-App, die mit den unterschiedlichsten Hintergrunddaten die Arbeit der Mitarbeiter unterstützt. Dies wird unter anderem auch dadurch möglich, dass heute eine umfangreiche Verknüpfung der Geräte und Anwendungen mit geeigneten Schnittstellen zur Verfügung steht. Die technische Realisierung und das Potenzial für Weiterentwicklungen der Technologie der Augmented Reality wird unter anderem an einer Lerngalvanik am Fraunhofer IPA demonstriert.

Neue Anforderungen

Lager- und Gefahrstoffverwaltung in der Oberflächentechnik

Auch wenn viele unternehmensinterne Prozesse aus den Bereichen Buchhaltung, Bestellwesen, Kunden- und Qualitätsmanagement bereits digitalisiert sind, besteht nach

Gefahrenklassen	
GHS-Klasse	5 - Ätzend
WGK-Klasse	1 - Schwach Wassergefährdend
LGK-Klasse	8B - Nicht brennbare ätzende Gefahrstoffe

Kosten	
Kosten pro Kilogramm *	0,494

Emissionen	
Emission	1.0 kg CO2e

Lager	
Lagerort	B+T Oberflächentechnik GmbH Standort Wetzlar - Chemikalienlager - Abwasser Edit

Moderne Datentechnik bietet eine gute Übersicht über die Gefährdungseinstufung und Lagerung von Gefahrstoffen in der Oberflächentechnik
(Bild: F. Herbst)

wie vor Bedarf, die Daten möglichst vorteilhaft zu verknüpfen, auszuwerten oder Priorisierungen vorzunehmen. Am Beispiel der Lager- und Gefahrstoffverwaltung eines Oberflächenbetriebs zeigte Fabian Herbst, BAG Analytics GmbH, in seinem Vortrag wie mithilfe eines zentralen, alle Bereiche verknüpfenden Datenmanagements übergreifende Betriebsabläufe weitreichend verbessert und beschleunigt und gleichzeitig Risiken verringert werden.

Ein unter seiner Mitarbeit entwickeltes System übernimmt die Überwachung der Chemikalienbestände, beispielsweise im Hinblick auf die Minimal- und Maximalbestände, aber auch im Hinblick auf eine resultierende Kapitalbindung. Dabei wird neben der Gefahrstoffklasse auch der Umweltindex der jeweiligen Chemikalie erfasst und bewertet. Der entscheidende Vorteil der Datenverknüpfung zeigt sich bei der agilen Abfrage der Daten und der Handlungsschnelligkeit im Notfall.

Detektion von chromatfreien Konversionsbeschichtungen

In der Luftfahrtindustrie werden, wie in anderen Industriebereichen auch, als Ersatz für chrom(VI)haltige Konversionsschichten auf Aluminium neue Produkte auf Basis von Cr(III)/Zr(IV) entwickelt. Die Herausforderung dieser Beschichtung ist laut Tabea Eigenthaler, Airbus Defence and Space GmbH, die Detektion aufgrund der geringen Schichtdicke (etwa 100 nm) und der bläulich irisierenden Färbung; damit ist die häufig angewandte visuelle Kontrolle erschwert.

In einer Studie wurde eine Detektionsmethode für die genannte Herausforderung erarbeitet. Dabei wurde mit Hilfe von etablierten Messverfahren und neuen Methoden anhand verschiedenster Aspekte ein Prüfkonzept erstellt. Nach Möglichkeit soll eine portabel einsetzbare und zerstörungsfreie Methode etabliert werden, die für Anwendungen in der Reparatur und Herstellung in Frage kommt. Vorteilhaft für die Detektion sind eine speziell entwickelte Farbsonde, die Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) und die Hyper Spectral Imaging (HSI) Methode.

Reale Arbeitswelt durch virtuelle Erfahrungen bereichern

Eine verbesserte Einarbeitung in neue Verfahren oder die Bedienung von Maschinen, eine allgemeine Steigerung der Attraktivität von Berufen durch eine intensive und neuartige Nutzung von digitalen Einrichtungen – dies haben sich Daniel Zirngast und Bjar-

ne Zimmer, Virtual Visions oG, zum Ziel gesetzt. Sie wollen Lern- und Erfahrungsprozesse schaffen ohne den Druck einer realen Produktion, etwa durch mögliche Schädigungen von Material und Mensch.

Dabei nutzen sie den Umstand, dass nahezu alle denkbaren Umgebungen – reale oder virtuelle – in Computern erzeugt und durch VR-Brillen für einen Nutzer darstellbar sind. Mit entsprechenden Handgeräten können manuelle Aktivitäten greifbar gemacht werden. Entsprechende Technologien können für Schulungen und Trainings genutzt werden, für Gefahrensimulationen, zur Wartung und Reparatur sowie für Marketing und Vertrieb in Form von virtuellen Showrooms. Zu den nennenswerten Vorteilen der Technik zählen Kostenreduktion, Vermeidung von Sprachbarrieren und auch die Nutzung von sicherer Umgebung, also das Vermeiden von Arbeitsunfällen, oder die Optimierung der Abläufe. Herausforderungen bestehen derzeit noch darin, den Aufwand für große Prozessumgebungen und komplexe Anlagentechnologien zu bewältigen. Ein Beispiel für ein von den Vortragenden maßgeschneidertes Projekt ist die Schulung an einer CNC-Maschine beziehungsweise die Erweiterung der Nutzung einer CNC-Maschine. Reale Schulungen mit einem Zeitaufwand von mehreren Wochen lassen sich durch die Arbeit in der virtuellen Variante auf wenige Stunden reduzieren. Zukünftig werden Fortschritte durch erweiterte Vernetzung sowie durch Mixed Reality und Augmented Reality erzielt werden, um im Endeffekt zu einer angenehmeren Arbeitswelt und erhöhten Produktionseffizienz zu kommen. Diese Technik wird in einem komplexen Arbeitsbereich wie der Oberflächentechnik nicht nur die Effizienz steigern, sondern auch die dringend benötigte Attraktivität des Berufsbereichs.

Dispersionsschichten aus Hartsilber und Graphit

Wie Ornella Tchimakap, Umicore Galvanotechnik, einführend betonte, spielen vor allem Steckverbinder für die Übertragung hoher elektrischer Leistungen eine zentrale Rolle in der Elektromobilität, zum Beispiel für das Electric Vehicle Charging. Eine wichtige technisch-wissenschaftliche Frage richtet sich darauf, wie Ladeprozesse sicherer, schneller und nachhaltiger gestaltet werden können. Da Silber die höchste elektrische Leitfähigkeit aller Metalle sowie eine gute Wärmeleitfähigkeit bei vertretbaren Kosten aufweist, wird das Metall in steigendem Umfang für Kontaktbeschichtungen in der Elektromobilität eingesetzt. Aufgrund seiner begrenzten selbstschmierenden Eigenschaften und des schlechten Verschleißverhaltens findet reines Silber aber nur beschränkte Anwendung für Hochleistungskontakte. Alternativ dazu ist eine Vielfalt an Hartsilber, also Silber mit geringen Anteilen an Legierungselementen wie beispielsweise Antimon oder Bismut, sowie Silberüberzügen mit selbstschmierenden Eigenschaften verfügbar. Allerdings haben reine Hartsilberschichten häufig eine schlechte Abriebbeständigkeit.

Lesen Sie weiter unter womag-online.de

WOMag-online-Abonnenten steht der gesamte Beitrag zum Download zur Verfügung. Im Weiteren ist der Inhalt von fünf Vorträgen zum Themenblock *Neue Anforderungen an die Oberflächentechnik* sowie von elf Vorträgen des Themenblocks *Ergebnisse der jungen Kollegen* zusammengefasst.

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



SERFILCO®

Pumpen & Filter

chemiebeständig · robust · langlebig

Der starke Partner für Industrie & Anlagenbau!

- Vertikale Pumpen (dichtungslos u. trockenlaufsicher)
Leistungen: von 4 m³/h bis zu 75m³/h
- Horizontale Pumpen Leistungen: von 0,5m³/h bis zu 120m³/h
- Filtersysteme (Intank- / Außentankmontage)
- Badbewegung ohne Luft
- Badheizer (elektr.) / Wärmetauscher

Fachkräfte für die Oberflächentechnik

BSZ ehrt beste Absolventen zum Oberflächenbeschichter

Am 26. September wurden am Beruflichen Schulzentrum für Bau- und Oberflächentechnik Zwickau gleich zwei beste Absolventen zum Oberflächenbeschichter geehrt: Oliver Schürer und Tobias Hermann. Oliver Schürer schloss seine Ausbildung im Jahr 2023 ab und Tobias Herrmann in diesem Jahr. Durchgeführt wurden die Ehrungen von der Vorsitzenden der DGO-Bezirksgruppe Sachsen, Marion Regal. Unterstützt wurde Marion Regal von Benjamin Trinks und Oliver Böhme, beides Lehrer der Abschlussklassen. Auch die Schüler des dritten Lehrjahres wohnten der Ehrung bei und gratulierten.

Ausgezeichnet wurden die beiden Absolventen mit einer Urkunde der DGO, einem Fachbuch von Prof. Nasser Kanani (gestiftet vom Leuze Verlag) sowie einem Gutschein der DGO für einen einjährigen kostenfreien Bezug des Newsletters und des ZVoreports und einen Gutschein für die Fachzeitschrift *Galvanotechnik* (print und online) vom Leuze Verlag. Zudem können die Absolventen eine kostenfreie DGO-Nachwuchsmitgliedschaft bis zum 28. Geburtstag wahrnehmen.

Es ist immer wieder schön, diese Auszeichnung vornehmen zu dürfen, freut sich Marion Regal. Der Abschluss des Facharbeiters von Azubis mit guten Noten sei auch immer eine Wertschätzung der Aktivitäten der Schule in Verbindung mit den Ausbildungsbetrieben.

Oliver Schürer bester Absolvent in 2023

2023 erzielte Oliver Schürer, Metallveredlung Kotsch GmbH Schneeberg, den besten Abschluss. Die Metallveredlung Kotsch GmbH

ist ein seit 1945 geführtes Familienunternehmen. Geschäftsführer Hardy Kotsch leitet das Unternehmen in dritter Generation. Er hat seinen Absolventen zur Auszeichnung begleitet; auch dies ist eine besondere Wertschätzung der Leistungen von Schürer.

Oliver Schürer ist eigentlich durch Zufall zum Beruf des Oberflächenbeschichters gekommen. *Zunächst war ich bei einer anderen Firma angestellt, wollte dort aber nicht weiterarbeiten. Ein Freund empfahl mir die Firma Kotsch, erzählt Schürer. Ich war sofort von der Vielseitigkeit des Berufs fasziniert.* Nach dem Abschluss will er sich noch weiterentwickeln, wohin sei aber derzeit noch offen.

Im Vorstellungsgespräch erkannte Hardy Kotsch sofort das Potenzial von Oliver Schürer: *Er ist wie ein ungeschliffener Diamant, der geschliffen werden möchte.* Und diese Einschätzung habe sich bewahrheitet: *Heute ist Oliver Schürer bereits stellvertretender Laborleiter im Unternehmen und hat damit Verantwortung übernommen.*

Und auch Benjamin Trinks erinnert sich: *Oliver Schürer ist erst im zweiten Lehrjahr zu uns gekommen. Das erste Lehrjahr war durch Corona geprägt und die Klasse hatte sich noch nicht gefunden. Oliver Schürer erkannte schnell, dass hier der Zusammenhalt fehlte und wollte diesen Zustand ändern.* Seine offene Art und sein Anspruch an sich selbst sowie Fleiß und Ausdauer seien ein Segen für die Klasse gewesen. Er habe es geschafft, ein positives und freundliches Lernklima entstehen zu lassen und seine Mitschüler für die Klasse zu begeistern. *Ohne seine mitreißen-*



Lehrer Benjamin Trinks (l.) und Geschäftsführer Hardy Kotsch (r.) freuen sich mit Oliver Schürer über die Auszeichnung (Bild: DGO)



Tobias Herrmann freut sich über die Auszeichnung durch Marion Regal (Bild: DGO)

de und motivierende Art wäre es ansonsten schwer für diesen Jahrgang geworden.

Trinks und Kotsch sind sich einig: Schürer wird seinen eingeschrittenen Weg erfolgreich weiter gehen. Dies zeigte sich auch beim diesjährigen 29. Leipziger Fachseminar, in dessen Rahmen Schürer und Trinks gemeinschaftlich einen Vortrag über Anspruch und Herausforderung in der Berufsausbildung gehalten hatten. Der sehr gut vorbereitete Vortrag begeisterte das Publikum.

Tobias Herrmann bester Absolvent in 2024

Der Jahrgangsbester 2024, Tobias Herrmann, absolvierte seine Lehre im Fraunhofer Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration (IZM) Berlin. Hier war und ist er im Bereich SIIT EST (System Integration & Interconnection Technologies; Embedding & Substrate Technologies) tätig. Dieser Bereich beschäftigt sich mit der Entwicklung von neuen Herstellungsverfahren für organische Substrate und der Einbettung von Komponenten in Substrate.

Auch Tobias Herrmann ist eher zufällig auf die Ausbildung zum Oberflächenbeschichter gestoßen. Er hat nach dem Abitur eine ein-



Alle Schüler der diesjährigen Abschlussklasse waren stolz auf ihren Erfolg

(Bild: DGO)

jährige Ausbildung zum staatlich geprüften physikalisch-technischen Assistenten gemacht und wollte danach eine Ausbildung zum Mikro-technologen beginnen. *Diesen Beruf hat das Fraunhofer-Institut jedoch nicht angeboten. Stattdessen wurde mir eine Ausbildung zum Oberflächenbeschichter empfohlen. Ich kannte diesen Beruf nicht und habe mich einfach damit auseinandergesetzt*, erzählt Tobias Herrmann. Er habe erst große Vorbehalte insbesondere gegenüber dem großen Anteil Chemie gehabt, der in der Ausbildung vorkommt. Die habe er aber schnell wieder abgelegt. *Geholfen hat mir dabei auch der gute Austausch mit meinen Mitschülern, die aus Beschichtungsbetrieben kommen. Und später konnte ich ihnen sogar auch etwas zurückgeben, indem ich sie mit meinem Wissen zu Leiterplatten während der Ausbildung unterstützen konnte.* Die Schule habe ihm immer Spaß gemacht. Nach seiner Ausbildung wird Herrmann auf diesem Gebiet weiterarbeiten und später noch eine Techniker Ausbildung anschließen.

Marion Regal

➔ www.dgo-online.de

Materialforschung mit Röntgenlasern für Freiburger Studierende

Seit zehn Jahren ermöglicht eine Kooperation Studierenden der TU Bergakademie Freiberg einen Einblick in die Welt der Röntgenlaser. Die 15 Studierenden, die vom 23. bis 27. September die jährlich stattfindende Blockvorlesung bei European XFEL besuchten, waren damit bereits die zehnte Gruppe aus Freiberg, die an dem Programm der internationalen Forschungseinrichtung teilnahm. Die Studierenden verbrachten mehrere Nächte auf dem European XFEL-Campus im Gästehaus und vertieften ihre Kenntnisse über den Aufbau und die Anwendungen des Röntgenlasers, der zu den modernsten und hellsten Röntgenstrahlungsquellen der Welt zählt.

Die Vorlesungsreihe *Materialforschung mit Röntgen-Freie-Elektronen-Lasern (XFEL)* wird geleitet von TU Freiberg-Prof. Serguei Molodtsov, der auch Wissenschaftlicher Direktor bei European XFEL ist, und Dr. Friedrich Roth vom Institut für Experimentalphysik der TU Bergakademie Freiberg (TUBAF). Während des einwöchigen Kurses lernten die Studierenden direkt von den Forschenden, darunter führende Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie Gruppenleiterinnen und Gruppenleiter am European XFEL, über Entwicklungen und Anwendungen der hochmodernen Röntgenlichtquelle. Einige ehemalige Teilnehmerinnen und Teilnehmer seien später als Masterstudierende und Promovierende zu European XFEL zurückgekehrt.

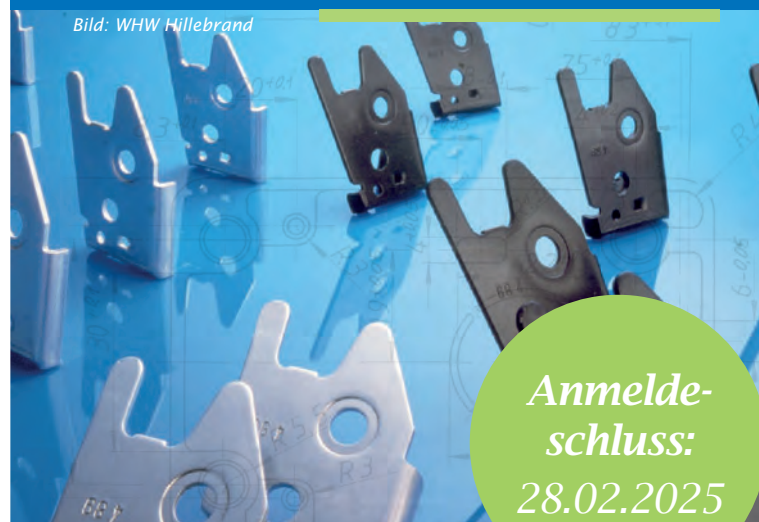
Das Wahlpflichtmodul bietet Studierenden nach TUBAF-Mitteilung die Möglichkeit, bereits während ihres Studiums mit Forschenden am European XFEL in Kontakt zu kommen, die neuesten Forschungsergebnisse kennenzulernen und die einzigartige Anlage zu besichtigen. Für Studierende des Master-Studiengangs *Advanced Materials Analysis* ist das Modul Pflicht und in weiteren Studiengängen optional. Teilnehmende lernen alles über den Aufbau und die Anwendung der neuesten Generation von Röntgen-Lichtquellen sowie deren vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten auf dem Gebiet der Material-, Werkstoffcharakterisierung und -forschung.

➔ www.tu-freiberg.de

SEMINAR

Grundlagen der Galvano- und Oberflächentechnik

Bild: WHW Hillebrand



**Anmelde-
schluss:
28.02.2025**

25. bis 27. März 2025 in Schwäbisch Gmünd

Die moderne Oberflächentechnik kommt in allen Segmenten des produzierenden Gewerbes zum Einsatz. Daher ist es nicht verwunderlich, dass die Oberflächentechnik in Deutschland eine der am dynamischsten wachsenden Branchen ist.

Zielgruppen sind Abnehmer von Oberflächen

- Entwickler und Konstrukteure
- Technische Kaufleute
- Einkäufer

sowie aus der Galvano- und Oberflächentechnik

- Projektingenieure und Vertriebsingenieure Anlagenbau
- Projektingenieure und Vertriebsingenieure Verfahrenscheme
- Seiten- und Wiedereinsteiger in die Galvano- und Oberflächentechnik

Über diesen QR-Code erhalten Sie alle Informationen sowie das Anmeldeformular.



Kontakt:

E-Mail
mail@zvo.org
Telefon
02103 25 56 10



**Zentralverband
Oberflächentechnik e.V.**

Karl Heinz Munk – Nachruf

Nach 82 Lebensjahren, davon 27 Jahre als geschäftsführender Gesellschafter, zehn Jahre als Geschäftsführer und weitere 17 Jahre als aktiver Berater und Beirat der Munk GmbH, ist Karl Heinz Munk, Gründer der Munk GmbH, am 27. September 2024 im Kreise der Familie verstorben.

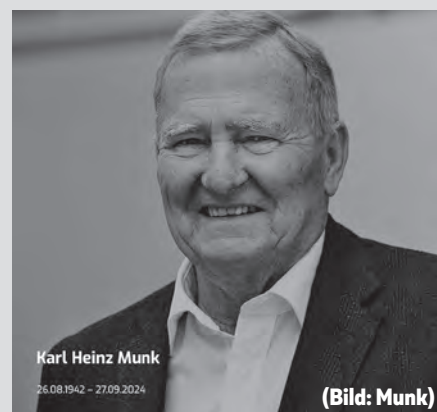
Als ausgebildeter Starkstromelektriker begann er seine berufliche Karriere als Elektriker in der Industrie. Hier übernahm er nach kurzer Zeit bereits seine erste Führungsverantwortung als Montageleiter auf Baustellen in Leverkusen. Obwohl bereits junger Familienvater, spornte sein persönlicher Ehrgeiz ihn an, sich schon mit Mitte 20 zum Techniker in einer Abendschule weiterzubilden. Mit noch nicht ganz 28 Jahren wagte er dann 1970 den Sprung in die Selbstständigkeit mit der Gründung der Befeld Munk GmbH. Mit seiner Kreativität und seinem unternehmerischen Weitblick entwickelte er sein Unternehmen weiter, übernahm 1980 sämtliche Gesellschaftsanteile der Befeld Munk GmbH und benannte sein Unternehmen in Munk GmbH um. Als Dortmunder Jung und Kind des Ruhrgebiets blieb er seiner Region treu und zog 1971 mit seinem Unternehmen von Witten nach Hamm in Westfalen um.

Ideen umsetzen, Chancen nutzen, aktiv bleiben – das war sein Credo. So wuchs das Unternehmen unter seiner Leitung in den 1980er- und 1990er-Jahren vor allem national, dank der Unterstützung durch treue Kunden in Deutschland und im nahen Ausland. Durch die Übernahme von Marktbe-

gleitern stärkte er das Produktportfolio des Unternehmens und führte neue Fertigungskompetenzen ein. Ein besonderer Schritt war die Gründung einer eigenen Forschungs- und Entwicklungsabteilung zur Entwicklung von neuen Gleichrichterkonzepten für die Galvanoindustrie im Jahre 1989. Die hohe Fertigungstiefe des Unternehmens wurde das besondere Markenzeichen unter seiner Leitung. Fachliche Beratung vor der Investitionsentscheidung des Kunden durch einen qualifizierten technischen Vertrieb bis hin zum technischen Wartungs- und Kalibrierservice der gelieferten Anlagen – alles aus einer Hand, so stellte Karl Heinz Munk die Munk GmbH auf. Er formte durch seine innovative Vorgehensweise das Unternehmen zu einem weltweit anerkannten Spezialisten im Bereich der Stromversorgungstechnik, vor allem zum Betreiben von elektrochemischen Prozessen.

Mit Weitblick ebnete Karl Heinz Munk schon früh seinen Söhnen Thorsten und Frank den Weg in das Unternehmen. Im Team wurde das Unternehmen seit Mitte der 1990er-Jahre weiterentwickelt und internationalisiert. Die Gründung der Munk Nederland B.V. setzte dabei den Startpunkt. Strategische Partnerschaften in China, Singapur und den USA sowie Kooperationen in Zentraleuropa, der Türkei, Indien und Australien ergänzten das globale Service- und Vertriebsnetzwerk der Munk GmbH.

Die bessere technische Lösung zu finden und zu realisieren, das war sein Antrieb als Elektriker, Techniker und Unternehmer. Die Werte eines familiengeführten Unternehmens lebte



Karl Heinz Munk bis zu seinem Lebensende. Seine täglichen Runden durch die Fertigung, die Gespräche mit den Kollegen, um zu erfahren, wann Unterstützung auch außerhalb der Arbeit gegebenenfalls angeboten werden konnte, Familientage, Ausbildungsbetrieb seit mehr als 45 Jahren, jedem eine faire Chance zu geben und jedem Teammitglied die Sicherheit zu bieten, auch morgen noch in Lohn und Brot zu stehen – das war ihm als Seniorchef wichtig. So führte er sein Unternehmen und brachte sich als aktiver Geschäftsführer und Beirat seit 1997 in die Unternehmensentscheidungen mit ein. Erst die Familie und die Kollegen, dann ich – das war sein Wertesystem.

Familie, Mitarbeitende und jahrelang treue Kunden mussten nun Abschied nehmen vom Firmengründer und Seniorchef. Seine Ideen und sein von ihm vermitteltes Wertesystem leben jedoch weiter und werden seine Söhne weiterhin leiten.

➔ www.munk.de

Clean-Lasersysteme baut Anwendungen der Laserreinigung weiter aus

Die Clean-Lasersysteme GmbH (cleanLASER) hat mit der IPG Photonics Corporation, Marlborough/Massachusetts, eine Vereinbarung zur Übernahme unterzeichnet. Vorbehaltlich der Erfüllung der üblichen Abschlussbedingungen, einschließlich der behördlichen Genehmigung, wird der Abschluss der Transaktion für das vierte Quartal 2024 erwartet.

Edwin Büchter wird als Geschäftsführer weiterhin die Leitung von cleanLASER übernehmen. Wie Büchter betont, war es wichtig, einen kompetenten strategischen Investor und Technologiepartner zu finden, mit dem die Laserreinigungstechnik mittel- und langfristig gemeinsam auf eine neue Ebene gehoben werden kann. Beide sehen großes Potenzial in den hocheffizienten IPG-Faserlasern.

Seit fast 25 Jahren sind wir Lieferant von cleanLASER und kennen das Unternehmen gut, erklärt Dr. Mark Gitin, Chief Executive Officer von IPG Photonics. Er ist davon überzeugt, dass kombiniertes Know-how über Reinigungsanwendungen, die komplementäre Marktpräsenz und die Produkt- und Technologiesynergien einen Mehrwert für die Kunden schaffen. Die Laserstrahlquellen für die Reinigungsanwendungen werden vorwiegend bei der deutschen IPG-Tochter IPG Laser GmbH & Co. KG in Burbach, Deutschland, hergestellt.

Die Bestandskunden werden nicht nur weiterhin von ihren gewohnten Ansprechpartnern mit kompetentem Service und Support unterstützt, sondern profitieren zugleich von neuen, leistungstärkeren Produkten sowie zusätzlichen Anwendungsbereichen.

Die Clean-Lasersysteme GmbH wurde 1997 gegründet und hat seinen Sitz in Herzogenrath bei Aachen. Das Unternehmen ist nach eigenen Angaben führend und ein Pionier von Lasersystemen für die industrielle Reinigung, mit mehr als 2000 installierten Anlagen weltweit. Das Unternehmen beliefert ein breites Spektrum von Kunden aus der Automobilbranche, dem Maschinenbau, der Luft- und Raumfahrt, der Medizintechnik, der Lebensmittelindustrie und anderen Bereichen. Laserreinigungssysteme haben sich als präzise, kosteneffiziente und umweltfreundliche Alternative zu herkömmlichen industriellen Reinigungslösungen etabliert. Sie bieten einen äußerst energieeffizienten Prozess, der keine Reinigungsmedien benötigt und den Prozessabfall erheblich reduziert.

➔ www.cleanlaser.de

Erfolgreiche Premiere des VOA-Labor-Workshops für Eloxierer

Positives Feedback für Labor-Workshop des VOA

Ob Schichtdickenmessung, Clarke-Test oder Korrosionsprüfung, beim ersten Labor-Workshop des Verbands für die Oberflächenveredelung von Aluminium e. V. (VOA) vom 16. bis 17. September im fem Forschungsinstitut in Schwäbisch Gmünd befanden sich die Teilnehmenden mittendrin statt nur dabei.

Teilnehmenden wiederum förderte den gemeinsamen Austausch, um die Herausforderungen in der beruflichen Praxis zu beleuchten und Fragen zu klären. Die Durchmischung der Teilnehmer – erfahrene Praktiker auf der einen, wissbegierige Einsteiger auf der anderen Seite – erwies sich als großer Vorteil.

Durch die Teilnahme von Personen mit ganz unterschiedlichen Tätigkeitsfeldern in den jeweiligen Unternehmen und damit auch mit verschiedenen Wissensständen zum Workshop ergab sich nach den Worten von VOA-Geschäftsführerin Dr. Alexa A. Becker ein sehr fruchtbarer Austausch untereinander. Das



Einführende Worte des VOA-Vorsitzenden Friedhelm U. Scholten und der Geschäftsführerin Dr. Alexa A. Becker (Bild: fem)



Dr. Alexa A. Becker mit Dr. Christof Langer, Abteilungsleiter Leichtmetall-Oberflächentechnik am fem (Bild: VOA/fem)

Aufgeteilt in kleine Gruppen führten sie verschiedene Labor- und Messtechniken unter professioneller Anleitung selbst durch und erweiterten dadurch ihren besonderen Einblick in die Materie. Dabei konzentrierte sich der VOA zusammen mit dem fem ganz bewusst auf die Eloxierer, um intensiv auf diese Zielgruppe einzugehen. Nach der geglückten Premiere plant der Verband einen zweiten Workshop, der sich an die Beschichter von Aluminiumoberflächen richtet.

Bei seinem ersten Labor-Workshop legte der VOA Wert auf die Vermittlung theoretisch-technischer Inhalte mit sehr starkem Fokus auf die praktische Arbeit. Das Interagieren der

Labor-Workshop des VOA für Eloxierer am fem



Theoretisches Wissen zum Eloxieren

(Bild: VOA)



Gruppenarbeit



(Bild: VOA/fem)



Mitarbeiter des fem und Teilnehmende des ersten VOA-Labor-Workshops

(Bild: fem)

VERBÄNDE

war perfekt, denn im VOA-Netzwerk wollen wir unser Wissen miteinander teilen und gemeinsam die Qualität oberflächenveredelter Aluminiumprodukte stetig verbessern, dementsprechend freuen wir uns sehr über den gelungenen Workshop, so Dr. Alexa A. Becker voller Stolz.

Als Teil des wichtigen Qualitätsmanagements standen auf dem Programm des VOA-Labor-Workshops auch die Prüfmittelüberwachung

sowie die Anforderungen an anodisiertes Aluminium gemäß dem internationalen Qualitätszeichen Qualanod. Zudem erhielten die Teilnehmer Einblick in die Praxiserfahrung des fem in Bezug auf die zweimal pro Jahr stattfindenden, unangekündigten Qualanod-Inspektionen. Diese Fremdkontrollen durch ein unabhängiges, akkreditiertes Prüfinstitut vermitteln Geschäftsführern und Betriebsleitern zum einen Sicherheit und zum anderen

können durch die Vermeidung von Gewährleistungsfällen Kosten eingespart werden. Aktuell plant der VOA bereits seine vielfältigen Veranstaltungen für das kommende Jahr, darunter der erste Labor-Workshop für Beschichter im Frühjahr 2025. Einladung und Programm gibt der Verband rechtzeitig auf seiner Internetseite bekannt und informiert darüber hinaus in den sozialen Medien.

➔ www.voa.de

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

Erfolgreicher Re-Start des AK Leichtmetalle unter neuer Leitung

Am 1. Oktober fand nach annähernd zweijähriger Pause wieder eine Sitzung (online) des DGO-Arbeitskreises Leichtmetalle statt. Insgesamt 15 Vertreter aus Industrie und Forschung folgten nach Mitteilung der DGO der Einladung, um unter anderem den neuen AK-Leiter Dr. Ralf Peipmann zu begrüßen, der das Amt von Dr. Heinz Herberhold kürzlich übernommen hatte.

Wie die DGO schreibt, war zentraler Aspekt der Sitzung eine Diskussion um die zukünftige inhaltliche Ausrichtung des Arbeitskreises. So wurden insbesondere verschiedene Problemstellungen aus dem Automotive-Umfeld in den Mittelpunkt gestellt, bei denen der AK perspektivisch einen wertvollen Beitrag leisten könnte. Hohes Interesse besteht zudem nach wie vor an einem Verfahren für die defektfreie Farbanodisation von siliziumhaltigen Aluminiumlegierungen. Genau hier setzt auch das vom Dechema Forschungsinstitut und dem Fraunhofer IKTS geplante FuE-Projekt an, das Dr. Peipmann vorstellte: Das Vorhaben zielt auf die Entwicklung eines Anodisierverfahrens unter alkalischen Bedingungen. Im Zuge dessen soll auch das Verständnis für den Einfluss der unterschiedlichen Gefügeausbildungen von Guss- und 3D-Druckbauteilen auf die Qualität der Anodisierschicht und deren Korrosionsschutzwirkung erweitert werden. Interessierte Unternehmen sind herzlich willkommen und können sich gerne an Dr. Peipmann wenden (E-Mail: ralf.peipmann@dechema.de).

Die nächste AK-Sitzung soll im Frühjahr 2025, voraussichtlich in Chemnitz, stattfinden.

➔ www.dgo-online.de

DGO-Bezirksgruppe Iserlohn

Am 25. September war es endlich soweit: Nach langer Pause lud der neue BG-Leiter



In lockerer Atmosphäre wurden Pläne für zukünftige Treffen gemacht (Bild: DGO)

Tim Lippert die Mitglieder der DGO-Bezirksgruppe Iserlohn zu einem ersten Treffen in Iserlohn ein. Das Interesse war nach Mitteilung der DGO groß und trotz des ungemütlichen Wetters gab es eine rege Teilnahme. Tim Lippert hatte für die Mitglieder ein ansprechendes Programm ausgearbeitet: Zunächst gab es eine eindrucksvolle Führung durch das Stadtmuseum, in der es viel über die industrielle Entwicklung Iserlohns zu entdecken gab. Alle Teilnehmenden zeigten sich begeistert von den Einblicken in die vielschichtige Geschichte der Stadt, insbesondere in Bezug auf die Metallverarbeitung und Galvanotechnik, die für die Region von großer Bedeutung sind.

Im Anschluss ging es in das gemütliche Café Schnögg, wo sich die Gruppe zu intensivem Austausch zusammenfand. Unter anderem erörterten die Teilnehmenden ihre Wünsche und Erwartungen an die zukünftige Ausrichtung der BG-Veranstaltungen. Ein weiterer zentraler Punkt war der Fachkräftemangel in der Galvanotechnik. Die Nachwuchsprobleme der Branche wurden als dringliche Herausforderung betrachtet und es wurden verschiedene Ansätze diskutiert, um dem entgegenzuwirken. Die Gruppe war sich darüber einig, dass die Galvanotechnik sich schnellstens und intensiv um attraktive Angebote für den Nachwuchs kümmern muss, damit das langfristige Fortbestehen der Branche gesichert werden kann.

Tim Lippert nahm das Treffen auch zum Anlass, die besonderen Leistungen seines Vorgängers Guido Bruch gebührend zu würdigen. Er dankte ihm für seine jahrelange, höchst engagierte und unermüdliche Arbeit als Vertreter der DGO bei der Mitorganisation des Südwestfälischen Oberflächentags in Zusammenarbeit mit der SIHK zu Hagen. Die jährlich stattfindende Halbtagsveranstaltung bietet ein stets aktuelles und innovatives Vortragsprogramm und erfreut sich einer ständig wachsenden Teilnehmerzahl. Die sehr erfolgreiche Veranstaltung hat die Region weiter als wichtigen Standort der Oberflächentechnik etabliert.

Guido Bruch bleibt der Bezirksgruppe als stellvertretender Leiter erhalten. Durch die Doppelspitze Lippert und Bruch ist die BG nun breit aufgestellt: zum einen durch regelmäßig stattfindende BG-Abende und zum anderen durch die Mitgestaltung einer der bedeutendsten Branchenveranstaltungen in der Region.

Mit Blick auf die Zukunft hofft die Bezirksgruppe auf noch mehr Teilnehmende beim nächsten Treffen im Dezember. Das Dezember-Treffen wird erneut eine wertvolle Gelegenheit bieten, sich zu vernetzen und die aktuellen Themen der Branche weiter zu vertiefen. Das genaue Datum steht noch nicht fest, wird aber bald bekannt gegeben.

➔ www.dgo-online.de

Fachausschuss Edelmetalle zu Gast bei Siemens in Regensburg

Die Mitglieder des FA Edelmetalle trafen sich am 25./26. September 2024 erstmals bei Siemens am Standort Regensburg zur zweiten Arbeitssitzung des laufenden Jahres beziehungsweise zur 69. FA-Sitzung insgesamt, berichtet die DGO.

Hintergrund der Standortwahl: Das Siemens-Werk in Regensburg ist im Konzernverbund ein zentrales Fertigungs- und Kompetenzzentrum für Schutzschalttechnik. Vor diesem Hintergrund erneuerte der Konzern vor nicht



Der Fachausschuss Edelmetalle war zu Gast bei Siemens in Regensburg (Bild: DGO)

allzu langer Zeit die Anlagentechnik für je eine Gestell- und Trommelgalvanik, die unter anderem zur partiellen Vergoldung von Kontaktbauteilen zum Einsatz kommen. Von den mehr als 1000 Mitarbeitenden am Standort sind derzeit acht in Doppelschicht in der Galvanik tätig. Michael Bayer, Galvanik-Technologie bei Siemens, ermöglichte den Teilnehmenden einen umfassenden Einblick in die Produktionsabläufe und eine sehr interessante Führung durch die Beschichtungsanlagen. Auf der Tagesordnung stand auch die weitere inhaltliche Überarbeitung der Informationsblätter zur galvanischen Silber- beziehungsweise Goldabscheidung, die neben verfahrenstechnischen Grundlagen auch Aspekte der Prozess- und Qualitätskontrolle sowie diverse Anwendungsbeispiele dokumentiert. Diese sollen laut DGO in Kürze publiziert werden. Weiter wurde der aktuelle Stand bezüglich einer möglichen Neueinstufung von Silber und Silberverbindungen durch die ECHA dargelegt und diskutiert. Ständige Betätigungsfelder des FA Edelmetalle sind außerdem die Veröffentlichungen im Rahmen der Artikelserie *Geschichte(n) der Galvanik* sowie die Organisation der DGO-Veranstaltung *Expertenworkshop – Das Anwenderforum*, die in diesem Jahr zum mittlerweile neunten Mal in Berlin stattfand. Das nächste Treffen des Fachausschusses ist für März 2025 geplant.

➔ www.dgo-online.de

DKO-AK Dekorative Chrom(III)verfahren startet zweite Runde zum Ringversuch Schichtdickenmessung

Am 25. September trafen sich die Mitglieder des DGO-Arbeitskreises Dekorative Cr(III)-Verfahren, um sich über Details zur Durchführung der zweiten Runde des Ringversuchs *Schichtdickenmessung* auszutauschen, berichtet die DGO. Im Unterschied zur ersten Runde wurde das Teilnehmerfeld erweitert, um ein repräsentatives Gesamtergebnis zu erhalten.

Weiter sind die jeweiligen Messaufgaben für die durchzuführenden Coulometrie- und XRF-Messungen auf Basis von Voruntersuchungen klar definiert und einheitlich festgeschrieben worden. Die Ergebnisse der ersten Versuchsrunde offenbarten laut DGO zum Teil erhebliche Unterschiede zwischen den Messgerätetypen, dem damit nun entgegengewirkt wurde. Die zweite Versuchsrunde ist mittlerweile gestartet, erste Ergebnisse sollen Anfang 2025 vorliegen.

➔ www.dgo-online.de

Aluminium Deutschland e. V. (AD)

Allianz für wettbewerbsfähige und klimaneutrale Aluminiumindustrie

Industrie, Sozialpartner und fünf Bundesländer haben jetzt die *Deutsche Aluminium-Allianz* gegründet. In einer gemeinsamen Erklärung bekräftigen sie nach Mitteilung von Aluminium Deutschland ihr gemeinsames Engagement für eine wettbewerbsfähige und klimaneutrale Aluminiumindustrie. Der Allianz gehören die Wirtschaftsministerien der Länder Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Sachsen-Anhalt, des Saarlandes, die Wirtschaftsbehörde der Freien und Hansestadt Hamburg, die IG Metall und IG BCE und der Verband Aluminium Deutschland an.

Mit über 62 000 Beschäftigten und einem Umsatz von über 24 Milliarden Euro im Jahr 2023 ist die Branche ein bedeutender Arbeitgeber und Wirtschaftsfaktor, berichtet Alumi-

nium Deutschland. Aluminium ist ein unverzichtbarer Werkstoff für zahlreiche Branchen. Die Unterzeichner haben sich laut AD-Mitteilung auf folgende Ziele verständigt:

- **Klimaneutrale Produktion:**
Die Industrie wird aktiv an der Entwicklung innovativer Technologien arbeiten, um die CO₂-Emissionen in der Aluminiumproduktion zu reduzieren und eine klimaneutrale Wertschöpfungskette zu etablieren.
- **Wettbewerbsfähigkeit sichern:**
Die Allianz fordert faire Wettbewerbsbedingungen auf nationaler und internationaler Ebene, um die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Aluminiumindustrie zu gewährleisten und Arbeitsplätze zu sichern.
- **Kreislaufwirtschaft:**
Die Förderung der Kreislaufwirtschaft und die Nutzung von Sekundärrohstoffen stehen im Fokus, um Ressourcen zu schonen und die Umweltbelastung zu verringern.
- **Soziale Verantwortung:**
Mitbestimmung und Tarifbindung sind wichtige Bestandteile der Branche. Die Partner setzen sich für gute Arbeitsbedingungen und eine zukunftsfähige soziale Sicherung ein.

Die Unterzeichner fordern klare Rahmenbedingungen, um die Transformation der Industrie zu einer klimaneutralen Produktion zu unterstützen. Dazu gehören nach Mitteilung des Verbands Aluminium Deutschland:

- **Stabile Energieversorgung:**
Eine sichere und bezahlbare Energieversorgung ist entscheidend für die Wettbewerbsfähigkeit der Industrie.
- **Forschungsförderung:**
Investitionen in Forschung und Entwicklung sind notwendig, um innovative Technologien zur Dekarbonisierung der Produktion zu entwickeln.
- **Faire Wettbewerbsbedingungen:**
Die Schaffung eines fairen Wettbewerbsumfelds auf internationaler Ebene ist unerlässlich, um *Carbon Leakage* zu verhindern.

➔ www.aluminiumdeutschland.de

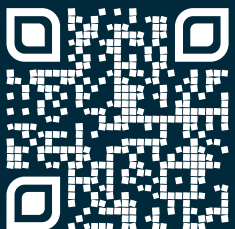
INSERENTENVERZEICHNIS

Airtac MUEKU	23	Walter Lemmen GmbH	11	Steinbeis-TZ Oberflächentechnik	U2
B+T Group	17	Munk GmbH	1	Steinbeis-TZ Tribologie	U4
Brenscheidt Galvanikservice	Titel	Renner GmbH	Titelbanner	ZVO e.V.	29
BRW Elektrochemie	21	Serfilco	27		



STZ Tribologie
Steinbeis Transfer Zentrum

**WIR ANALYSIEREN
IHRE OBERFLÄCHEN,
IHRE BESCHICHTUNGEN
UND IHRE WERKSTOFFE.**



Jetzt anfragen:
www.steinbeis-analysezentrum.com