ISSN 2195-5905 | BAND 10

WOMAG

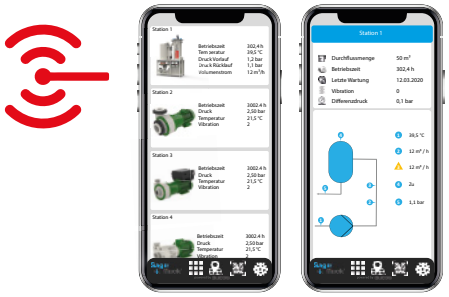
Kompetenz in Werkstoff und funktioneller Oberfläche

PUMPEN | PUMPS | 泵
FILTER | FILTERS | 过滤器
FILTERMEDIEN | FILTERMEDIA | 过滤耗材
DAS PLUS | THE PLUS | 服务

STRONG | CLEAN | DURABLE | SMART |

Sager Mack®
Leading the way in pumps and filters

PUMPEN UND FILTERTECHNOLOGIE VON DEN PROFIS



www.sager-mack.com

WERKSTOFFE
Energie sparen durch schaltbare Magnetwerkstoffe

WERKSTOFFE
Ausbreitung wasserstoffinduzierter Risse in Stählen stoppen

MEDIZINTECHNIK
Bestimmung der Oxidschicht-dicke am Stent-Werkstoff L605

OBERFLÄCHEN
ECHA-Gremium beurteilt FGK-Substitutionsplan als glaubwürdig

OBERFLÄCHEN
WTK 2021 – Forschungsergebnisse zu Werkstoffe und Oberflächen

SPECIAL
Vorschau auf die Internationale Fachmesse parts2clean 2021

SEPTEMBER 2021

Branchen-News täglich: womag-online.de

Schlötter
Galvanotechnik

Innovative Lösungen. Nichts weniger. Seit über 100 Jahren.

Als erfahrener Entwicklungspartner schaffen wir gemeinsam mit unseren Kunden innovative Lösungen.

ZVO-OBERFLÄCHENTAGE
BERLIN
23.-24.09.2021
HYBRID EDITION
Kongress für Galvano- und Oberflächentechnik

Wir halten Vorträge!
Die Themen sind: Digitalisierung und Energieeffizienz in der Galvanotechnik

Korrosionsschutz - Die perfekte Trilogie!

SLOTOLOY ZN 210VX

Das patentierte Zink-Nickel-Legierungsbad, SLOTOLOY ZN 210VX ist ein alkalisches, einstufiges Verfahren zur Abscheidung von Zink-Nickel Legierungsüberzügen mit einem Nickelanteil von 12-15 Gewichtsprozent.

30%
REDUZIERTER ENERGIEBEDARF

SLOTOPAS ZNT 80

Die Passivierung SLOTOPAS ZNT80 wird auf galvanisch abgeschiedenen Zink-Nickel-Legierungsschichten eingesetzt.

Die Passivierung erzeugt eine Chrom VI- freie Schutzschicht, die alle gängigen Korrosions-anforderungen erfüllt.

SLOTOFIN GM 2450

SLOTOFIN GM2450 ist eine Versiegelung zur Beschichtung von Verbindungselementen mit einer Gesamtreibungszahl von 0,09-0,14; Mehrfachanzug (MBN 10544).

Das Warmlöseverhalten nach VW 01131 und die Anforderungen nach DIN EN ISO 16047 werden erfüllt.

ANFORDERUNGEN NACH
DIN EN ISO 16047

ISO 14001 ISO 50001 TÜV SÜD ISO 9001

DR.-ING. MAX SCHLÖTTER GMBH & CO. KG | TALGRABEN 30 | 73312 GEISLINGEN/STEIGE | T +49 (0) 7331 205-0 | WWW.SCHLOETTER.DE

EDITORIAL

Forschung als Quelle unserer Fertigungstechnologien

Eines der wichtigsten Ziele in der Forschung und Entwicklung im Bereich Werkstoffe/Oberflächen der letzten Jahre richtet sich auf die Einsparung von Ressourcen. Hierbei steht der steigende Einsatz von leichten oder sehr festen Stoffen im Vordergrund – in beiden Fällen reduziert sich das Gewicht eines Bauteils. Dies führt beispielsweise dazu, dass im Fahrzeugbau entweder verstärkt auf Aluminiumwerkstoffe oder, als weiterer Ansatz, auf hochfeste Stähle gesetzt wird. Für die Stähle spielt das Vermeiden einer Schädigung durch Wasserstoff, die sogenannte wasserstoffinduzierte Versprödung, eine wichtige Rolle. Um eine derartige Schädigung zu vermeiden, zum Beispiel im Zusammenhang mit einer wichtigen galvanischen Beschichtung, ist eine Temperbehandlung nach der Beschichtung seit langem Stand der Technik.
Hilfreich ist nach neuesten Erkenntnissen (Beitrag auf Seite 9 in dieser Ausgabe) aber auch eine Anpassung der Stahlzusammensetzung. So können in Manganstählen manganreiche Bereiche in der Mikrostruktur des Stahls erzeugt werden. Diese wirken als Pufferzonen im Stahl, die die Ausbreitung von Rissen aufgrund von eingelagertem Wasserstoff verhindern. Damit bleibt die Festigkeit des Stahls auch nach Einlagern von Wasserstoff erhalten. Nach Ansicht der Forschenden des Max-Planck-Instituts für Eisenforschung (MPIE) hilft dies bei der Stahlverarbeitung, da etablierte industrielle Verarbeitungsmethoden erhalten bleiben können.
Weitere interessante Ansätze bieten Entwicklungen zur Magnetisierung, die für die Datenspeicherung von großem Interesse sind (Beitrag Seite 8), oder eine neue Methode zur Herstellung von Bauteilen, die einige von uns an die vor Jahren hoch im Kurs stehenden MID-Bauteile erinnert. Allerdings kommt jetzt eine additive Herstellmethode zum Einsatz; sie kann mit unterschiedlichen Materialien arbeiten und damit zu speziellen Sensoren, bestehend aus einem Kunststoffkörper und einer Leiterplatte für die Auswerteelektronik, in kleinen Stückzahlen führen (Beitrag Seite 7). Diese Entwicklung des Fraunhofer-Instituts IPA, zusammen mit dem Hersteller von Maschinen für die Kunststoffverarbeitung Arburg und dem Sensorhersteller Balluff, unterstützt unter anderem den Trend zur individuellen Ausrichtung moderner Anlagen und Geräte auf die unterschiedlichsten Bedürfnisse der Anwender.
Lassen Sie sich von den interessanten Entwicklungen für Ihre Arbeit anstecken – vielleicht entstehen daraus weitere Innovationen!

WOMAG – VOLLSTÄNDIG ONLINE LESEN

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

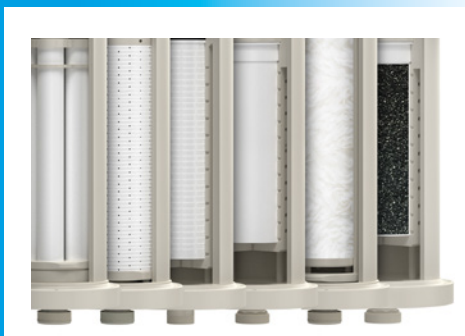
Sager + Mack®
Leading the way in pumps and filters
STRONG | CLEAN | DURABLE | SMART |

MAKE IT **CLEAN!**

FILTERMEDIEN

INNOVATIVE FILTERTECHNOLOGIE

FILTERVARIATION

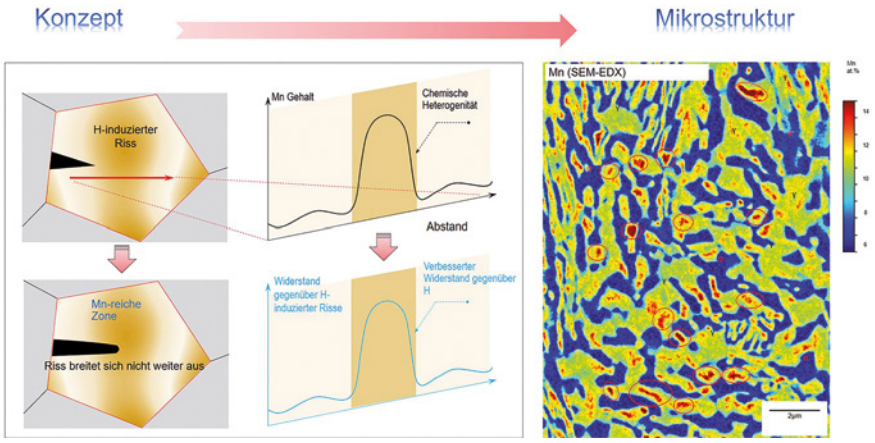


ALLES AUS EINER HAND

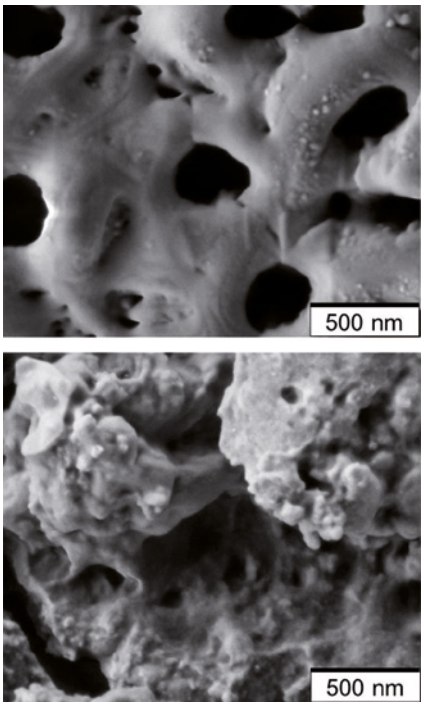
PUMPEN | PUMPS | 泵
FILTER | FILTERS | 过滤器
FILTERMEDIEN | FILTERMEDIA | 过滤耗材
DAS PLUS | THE PLUS | 服务

Sager + Mack GmbH
Max-Eyth-Str. 13/17 |
74532 Ilshofen-Eckartshausen
info@sager-mack.com | +49 7904 9715-0

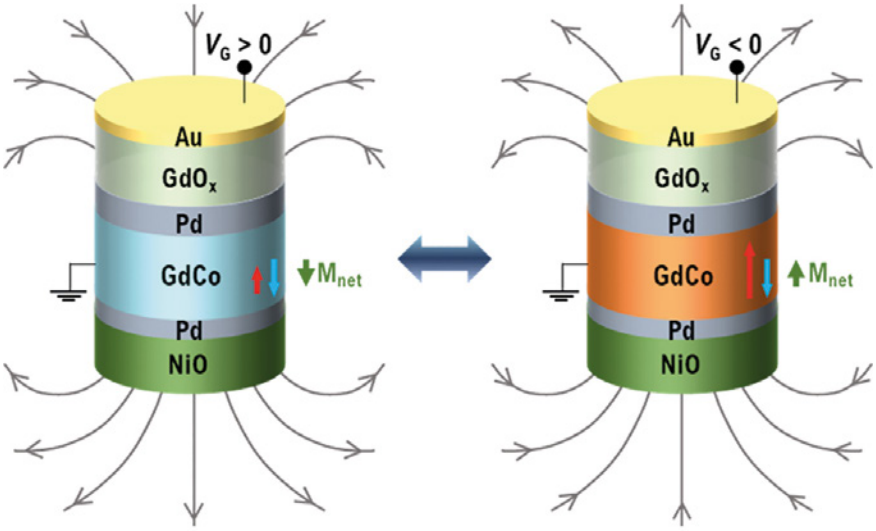
INHALT



9 Ausbreitung wasserstoffinduzierter Risse in Stählen verhindern



26 PEO-Schicht auf Aluminium



8 Umkehr der Magnetisierung in magnetischen Schichten gelungen

22 Dekorative Chromschichten

WERKSTOFFE

4 Digitales Expertensystem der Werkstoffkunde entsteht
5 Vernetzte Forschungsdateninfrastruktur für Materialwissenschaft und Werkstofftechnik
7 Sensoren aus dem Drucker
8 Energiesparen durch schaltbare Magnetwerkstoffe
9 Gefangen in der Sackgasse – wie die Ausbreitung wasserstoffinduzierter Risse in Stählen gestoppt wird
10 Andreas Förster übernimmt die Geschäftsführung der Dechema
12 Hybride, additive Fertigung schafft neues Potenzial für den industriellen 3D-Druck
14 UKP-Laser revolutionieren Batterie- und Wasserstofftechnologie

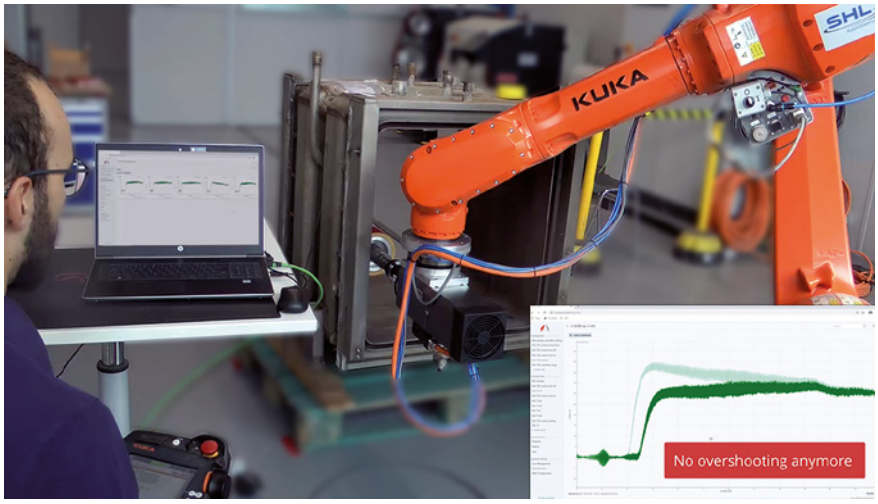
MEDIZINTECHNIK

16 Bestimmung der Oxidschichtdicke an Stent-Werkstoff L605
18 Turnkey-Lösung für die Reinigung und sterile Verpackung

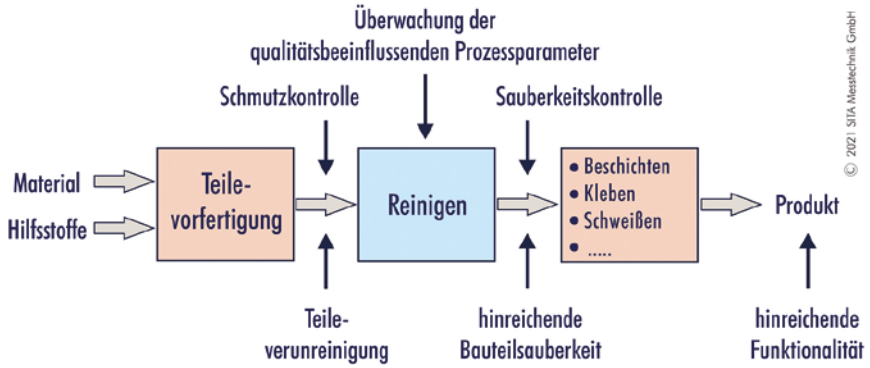
OBERFLÄCHEN

19 Aufruf – Jetzt beteiligen am Benchmark Galvanotechnik
20 Ambitionierte Klimaschutzziele: Funktionelle Oberflächen helfen, sie zu erreichen
22 ECHA-Gremium beurteilt FGK-Substitutionsplan als glaubwürdig
24 Zink-Thermo-Diffusion erhöht Korrosions- und Verschleißschutz
26 WTK 2021: Aktuelle Forschungsergebnisse zu Werkstoffen und Oberflächen
28 Fusion Bionic lasert Lotuseffekte

INHALT



38 Fortschritte bei der Entgratung durch Automatisierungstechnologien



36 Weiterentwicklungen bei der Qualitätssicherung in der Bauteilreinigung

OBERFLÄCHEN

30 Vorschau auf die parts2clean 2021
FiT auf der parts2clean 2021 in Stuttgart
Schneestrahlreinigung in der Batterieproduktion
Reinigungsaufgaben jeder Art effizient lösen
HÖCKH führt mit der richtigen Reinigungsanlage zur perfekten Bauteilsauberkeit
Neue Lösungen für die Sauberkeitskontrolle und im Service
Höchste Produktqualität sichern mit maßgeschneiderten Prozesslösungen
Reinigungsanlage Pero S1
38 Prozessoptimierung durch Automatisierung

BERUF + KARRIERE

40 Wasserstoff – vom Labor in die breite Anwendung

Zum Titelbild: Sager+Mack – Pumpen und Filtertechnologien höchster Qualität mit innovativer Ausstattung für den Industrie 4.0-Einsatz www.sager-mack.com

OT
ZVO-OBERFLÄCHENTAGE
BERLIN
23.-24.09.2021
Kongress für Galvano- und Oberflächentechnik
HYBRID EDITION
Wir stellen aus
Stand Nr.:
1

IMPRESSUM

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 2021 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. 10 vom 10. Oktober 2020

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

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

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

Bankverbindung
BW-Bank, IBAN: DE71 6005 0101 0002 3442 38
BIC: SOLADEST600; (Konto 2344238, BLZ 60050101)
Das Magazin und alle in ihm enthaltenen einzelnen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Bei Zusendung an den Verlag wird das Einverständnis zum Abdruck vorausgesetzt. Nachdruck nur mit Genehmigung des Verlages und ausführlicher Quellenangabe gestattet. Gezeichnete Artikel decken sich nicht unbedingt mit der Meinung der Redaktion. Für unverlangt eingesandte Manusikripte haftet der Verlag nicht.

Gerichtsstand und Erfüllungsort
Gerichtsstand und Erfüllungsort ist Waldshut-Tiengen

Herstellung
WOTech GbR

Grafische Gestaltung (Grundlayout)
Wasserberg GmbH

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

Digitales Expertensystem der Werkstoffkunde entsteht

Fraunhofer IWS hebt mit »DiWan« die Werkstoffprüfung auf eine neue Stufe

Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen des Fraunhofer-Instituts für Werkstoff- und Strahltechnik IWS aus Dresden wollen gemeinsam mit Partnern aus Forschung und Wirtschaft ein virtuelles Werkstoff-Expertensystem erschaffen. Dieses soll die neuesten Erkenntnisse aus wissenschaftlichen Aufsätzen über Werkstoffe und die Anforderungen aus einschlägigen Standards genauso parat haben wie das Praxiswissen von Erfahrungsträgern. Der künstliche Assistent soll bei Werkstoffprüfungen diese gesammelte Expertise seinen menschlichen Kollegen zur Verfügung stellen – und damit das Arbeiten in den Werkstoff- und Metallographielaboren auf eine ganz neue Ebene heben.

Das *DiWan* genannte Projekt zielt auf den *Digitalen Wandel in der Werkstoffprüfung* ab. Das federführende Fraunhofer IWS koordiniert dabei die Zusammenarbeit mit sechs weiteren Partnern aus wissenschaftlichen Einrichtungen und mittelständischen Unternehmen. Gemeinsam wollen die Beteiligten zunächst ein elektronisches Laborbuch, eine Wissensdatenbank und ein digitales Labormanagementsystem entwickeln. Aus diesen Komponenten soll schließlich ein virtueller Experte entstehen, der für die moderne Werkstoffprüfung ganz neue Möglichkeiten schafft.

Hochwertige Werkstoffprüfung ist Schlüssel für Innovationen

Die Genese neuer Werkstoffe und die Analyse ihrer Eigenschaften gehört zu den Schlüsselaufgaben für viele Innovationen in der Industrie. Genaue Kenntnisse etwa darüber, welcher Stahl wie schnell korrodiert, welche Legierung wie hart ist, welche Metalle sich mit additiven Fertigungsanlagen verarbeiten lassen – all dies ist oft essenziell, um marktführende Produkte überhaupt entwickeln zu können. Dabei mangelt es nicht etwa an Informationen: Das Wissen über Werkstoffe wächst nach den Erfahrungen von Dr. Jörg Bretschneider, der das Projekt am Fraunhofer IWS betreut, exponentiell. Doch handelt es sich hierbei um eine enorme Menge an Wissen, das zudem zielgerichtet zur Verfügung gestellt werden muss. Abgesehen davon sind viele Informationen weit verstreut: in Werkstoff-Datenblättern von Herstellern, wissenschaftlichen Untersuchungen, die in Zeitschriften erschienen sind, in Normen und diversen Fachdatenbanken. Diese Daten sind prinzipiell da, aber eben nicht alle griffbereit, wie Jörg Bretschneider betont. Im Rahmen des Projekts sollen daher digitale Helfer kreiert werden, die dieses Wissen leicht abrufbar und nutzbar machen. Dabei beschäftigen sich die Forschenden auch mit der Ontologie der Werkstoffkunde: ein Begriffsnetzwerk, das über eine bloße Verwaltung von Daten hinausgeht, indem es auch deren Beziehungen untereinander beschreibt.

Derartige digitale Assistenten könnten beispielsweise die Qualität und das Tempo von Werkstoffuntersuchungen verbessern. Sind erfahrene Kollegen nicht gleich greifbar, kann eine Konsultation des digitalen Assistenten weiterhelfen – etwa um eine neue Rezeptur für einen angeätzten metallographischen Schliff zu planen. Auch ist nicht ausgeschlossen, dass die virtuellen Experten neue Querverbindungen und Erkenntnisse aus den bisher verstreuten Wissensquellen herstellen. Die Werkstoffprüfer können ihre Expertise effizienter und umfassender erweitern – ganz im Sinne des lebenslangen Lernens.

Mit DiWan soll ein künstlicher Assistent bei Werkstoffprüfungen die gesammelte Expertise der menschlichen Kollegen zur Verfügung stellen – und damit das Arbeiten auf eine neue Ebene heben (Bild: ronaldbonss.com)

Arbeitswissenschaftler begleiten Wandel in der Arbeitswelt

Konzepte, wie sie das Projekt DiWan verfolgt, werden den Arbeitsalltag in vielen Laboren deutlich verändern. Dies ist einer der Gründe, warum neben dem Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) auch der Europäische Sozialfonds (ESF) das DiWan-Projekt fördert. Nach Aussage der Initiatorin des Projekts, Prof. Martina Zimmermann, Kompetenzfeldleiterin am Fraunhofer IWS und Präsidentin der Deutschen Gesellschaft für Materialkunde e. V., bietet DiWan die Chance, ganze Unternehmenskulturen zu verändern. Daher ist die Begleitung des Projekts durch Arbeitswissenschaftler der TU Dresden nach

Fraunhofer IWS

Das Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS Dresden bietet als Einrichtung der Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V. Lösungen aus einer Hand – von der Entwicklung neuer Verfahren über die Integration in die Fertigung bis hin zur anwendungsorientierten Unterstützung. Die Felder Systemtechnik und Prozesssimulation ergänzen die Kernkompetenzen. Zu den Geschäftsfeldern des Fraunhofer IWS gehören PVD- und Nanotechnik, Chemische Oberflächentechnik, Thermische Oberflächentechnik, Generieren und Drucken, Fügen, Laserabtragen und -trennen sowie Mikrotechnik. Das Kompetenzfeld Werkstoffcharakterisierung und -prüfung unterstützt die Forschungsaktivitäten. An der Westsächsischen Hochschule Zwickau betreibt das IWS das Fraunhofer-Anwendungszentrum für Optische Messtechnik und Oberflächentechnologien AZOM. Die Fraunhofer-Projektgruppe am Dortmunder OberflächenCentrum DOC© ist ebenfalls Teil des Dresdner Instituts. Die Hauptkooperationspartner in den USA sind das Center for Coatings and Diamond Technologies CCD an der Michigan State University in East Lansing und das Center for Laser Applications CLA in Plymouth, Michigan.

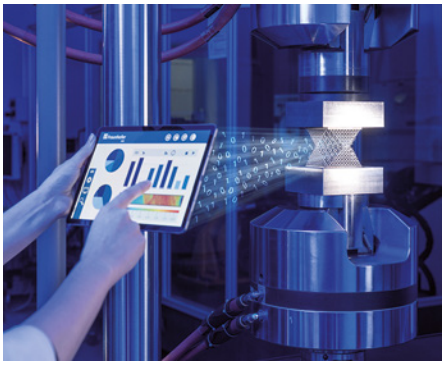
➲ www.iws.fraunhofer.de

ihrer Überzeugung ein entscheidender Baustein zum Erfolg. Die Forscher rechnen damit, dass sich das selbstverständliche Zusammenspiel zwischen Werkstoffprüfern und virtuellen Experten zuerst unter den Jüngeren der *Generation Smartphone* durchsetzen wird. Denn wer es ohnehin gewohnt ist, private Aktivitäten im Internet zu dokumentieren und digitale Plattformen zum Austausch zu nutzen, wird auch als Werkstoffprüfer im Labor ganz selbstverständlich Digitalbilder von Analysebefunden hochladen und mit digitalen Expertensystemen kollaborieren. Langfristig sollen die im Projekt gewonnenen Ergebnisse auch in die Ausbildungslehrpläne der Werkstoffprüfer einfließen. DiWan soll aber auch wichtiges immaterielles Kapital eines jeden Technologieunternehmens bewahren: das Wissen in den Köpfen der Mitarbeiter. Mit den digitalen Helfern solle verhindert werden, dass dieser Sachverstand verloren geht, wenn ein Werkstoffprüfer den Job wechselt oder in Rente geht, betont Jörg Bretschneider.

Bund und EU fördern das Projekt

Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und die EU fördern das Projekt in den Jahren 2020 bis 2023 mit rund zwei Millionen Euro. Beteiligt sind sieben Partner: Das Fraunhofer IWS ist Projektkoordinator und bringt sein Know-how in der Werkstofftechnik ein. Das Zentrum für Produktionstechnik und Organisation (CIMTT) der TU Dresden konzentriert sich auf arbeitswissenschaftliche Aspekte, die Informatik-Professur für Datenbanken der TU Dresden auf die neuen DiWan-Wissensdatenbanken. Aus der Wirtschaft sind diese Partner dabei: das Materialforschungszentrum IMA aus Dresden, der Ingenieurbetrieb imq aus Crimmitschau, der Prüftechnikhersteller Hegewald & Peschke aus Nossen und der auf elektronische Laborbücher (ELN) spezialisierte Softwarehersteller Labforward aus Berlin. Weitere Informationen finden sich auf der Website des Forschungsprojekts:

➲ **www.digitales-laborbuch.de**



Die Projektpartner wollen digitale Helfer kreieren, die Werkstoffwissen leicht abruf- und nutzbar machen
(Bild: ronaldbonss.com/Fraunhofer IWS)

Das diesem Bericht zugrunde liegende Vorhaben wird mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 02L18B560 sowie aus Mitteln des Europäischen Sozialfonds (ESF) gefördert.

Vernetzte Forschungsdateninfrastruktur für Materialwissenschaft und Werkstofftechnik

Fünf Jahre Förderung für Forschungskonsortium NFDI-MatWerk

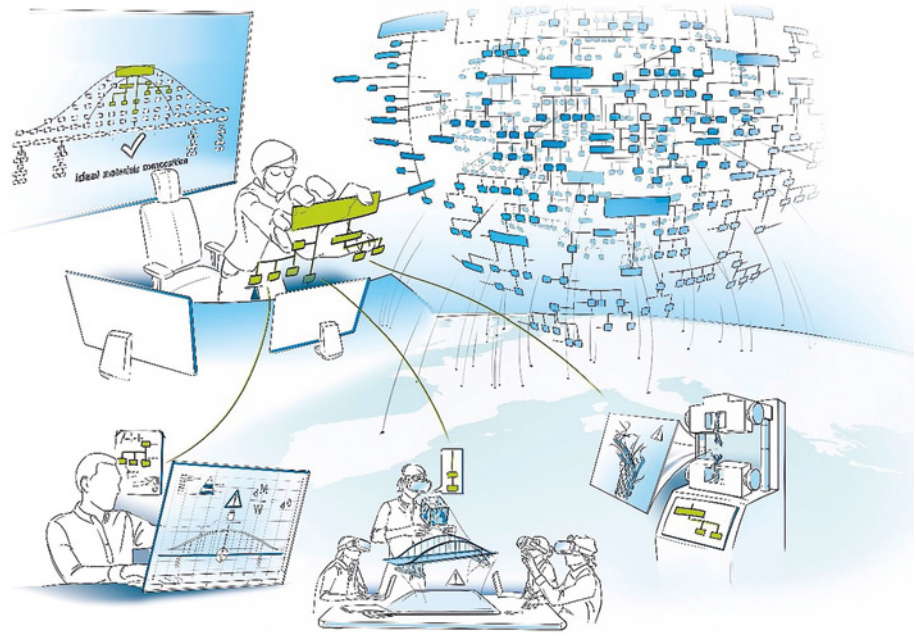
Um die enorme Herausforderung des Aufbaus einer gemeinsamen Nationalen Forschungsdateninfrastruktur NFDI zu gestalten, arbeiten deutschlandweit Forschungsbereiche in fachspezifischen Konsortien zusammen. Als eines von zehn Konsortien erhält NFDI-MatWerk jetzt eine fünfjährige Förderung der Gemeinsamen Wissenschaftskonferenz GWK, für die Infrastrukturentwicklung eines gemeinsamen Material-Forschungsdatenraums. Das Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM ist Sprecher dieses Konsortiums, an dem auch das Max-Planck-Institut für Eisenforschung MPIE beteiligt ist. Zusammen mit zehn weiteren Antragsstellenden und 15 assoziierten Institutionen, treiben die Forschenden die Digitalisierung der Materialforschung voran.

Die Gemeinsame Wissenschaftskonferenz GWK beschloss am 2. Juli diese Jahres die Förderung von NFDI-MatWerk mit mehreren Millionen Euro. Sie folgte damit der Empfehlung des NFDI-Expertengremiums und der Deutschen Forschungsgemeinschaft DFG. Die Förderung für NFDI-MatWerk geht von Oktober 2021 bis September 2026. Insgesamt hatten sich in dieser zweiten Ausschreibungsrunde für die Nationale Forschungsdateninfrastruktur NFDI 18 Konsortien in einem kompetitiven Verfahren um die Förderung verschiedener wissenschaftlicher Bereiche beworben, von denen zehn zur Förderung empfohlen wurden.

Um maßgeschneiderte Materialien für komplexe Technologien zu entwickeln und dabei die heterogene innere Struktur von Materialen vollständig zu berücksichtigen, bedarf es einer engen Verzahnung verschiedener Disziplinen innerhalb der Materialwissenschaft und Werkstofftechnik sowie darüber hinaus, erklärt Dr. Tilmann Hickel, Forschungsgruppenleiter in der Abteilung *Computergestütztes Materialdesign* am MPIE und Co-Sprecher im Konsortium NFDI-MatWerk Damit die Forscher und Forscherinnen dieser Disziplinen zusammenarbeiten könnten, sei eine gemeinsame nationale Forschungsdateninfrastruktur unerlässlich. Nur so könnten Forschungsergebnisse und die Tools, mit denen diese erzeugt wurden, ohne viel Aufwand ausgetauscht, zusammengeführt und veröffentlicht werden.

Werkstoffe – Grundlage unseres modernen Lebens

Die Materialwissenschaft und Werkstofftechnik hat zum Ziel, die physikalischen Mechanismen in Materialien zu charakterisieren und ressourcenschonende Hochleistungswerkstoffe mit möglichst idealen Eigenschaften für die jeweilige Anwendung zu entwickeln. Herstellungsprozesse werden dementsprechend untersucht und so gestaltet, dass



NFDI-MatWerk will dezentrale Expertisen durch eine einheitliche Datensprache und standardisierte Schnittstellen integrierbar machen. So können Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen zukünftig zeit- und ortsunabhängig zusammenarbeiten und neuartige Erkenntnisse erzeugen (© Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM)

Werkstoffe und daraus hergestellte Bauteile und Systeme die nötige Lebensdauer und bestmögliche Wiederverwertbarkeit haben. Hier optimieren Expertinnen und Experten von der atomaren Skala bis hin zu der Makro- oder Bauteilskala. Bearbeitungsschritte beeinflussen auf den verschiedenen Skalen die innere Materialstruktur und bestimmen damit die mechanischen und funktionellen Eigenschaften. Die Forschungsgruppen nutzen für ihre durch Experimente und Simulationen erarbeiteten Daten heute jeweils noch eigene Werkzeuge und Standards zur Datenverarbeitung und -speicherung.

MatWerk-Community entwickelt eine gemeinsam nutzbare Forschungsdateninfrastruktur

Viele exzellente Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler haben nach Aussage von Prof. Jörg Neugebauer, Direktor der MPIE-Abteilung Computergestütztes Materialdesign, bereits Werkzeuge und Standards entwickelt, die sie in ihrer jeweiligen Forschungsgruppe nutzen. *Anstatt nun wie bisher parallel an ähnlichen Herausforderungen zu arbeiten, möchten wir im NFDI-MatWerk eine Infrastruktur entwickeln, die so leicht zugänglich und vernetzt ist, dass in Zukunft der erste Schritt vor der Untersuchung einer neuen Materialeigenschaft, das Ausführen von Werkzeugen in Programmbibliotheken ist*, erklärt Prof. Neugebauer. Durch NFDI-MatWerk könne Forschung im Bereich der Materialwissenschaft zukünftig erheblich effizienter sein. Der angestrebte digitale Datenraum NFDI-MatWerk muss die verschiedenen hochkomplexen Zusammenhänge zwischen den unterschiedlichen Materialdaten abbilden können und möglichst unkompliziert nutzbar sein, um Synergieeffekte entfalten zu können. Über Deutschland verteilte Daten aus den wissenschaftlichen Gruppen sollen über eine sogenannte wissensgraphbasierte Infrastruktur so angesprochen werden können, dass schnelle, komplexe Suchanfragen und Auswertungen möglich werden. Eine solche technische Errungenschaft wird auch eine hervorragende Basis für Künstliche Intelligenz der nächsten Generation im Bereich der Werkstofftechnik bieten.

Konsortium deckt Großteil der MatWerk-Community Deutschlands ab

Das vom Fraunhofer IWM koordinierte Konsortium NFDI-MatWerk besteht aus Expertinnen und Experten des Bereichs Materialwissenschaft und Werkstofftechnik. Die antragstellenden Einrichtungen sind:

- Deutsches Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz GmbH (DFKI)
- FIZ Karlsruhe – Leibniz-Institut für Informationsinfrastruktur GmbH
- Forschungszentrum Jülich GmbH
- Fraunhofer-Gesellschaft für angewandte Forschung e.V.: Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik IWM, Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS
- Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
- Karlsruher Institut für Technologie KIT
- Max-Planck-Institut für Eisenforschung GmbH
- RWTH Aachen
- Technische Universität Bergakademie Freiberg
- Universität des Saarlandes

Die assoziierten Einrichtungen sind:

- Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
- Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)
- Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
- Deutsche Gesellschaft für Materialkunde e.V. (DGM)
- Deutscher Verband für Materialforschung und -prüfung e.V. (DVM)
- Gesellschaft für Angewandte Mathematik und Mechanik e.V. (GAMM)
- Helmholtz-Zentrum hereon
- Leibniz-Institut für Werkstofforientierte Technologien – IWT
- Physikalisch-Technische Bundesanstalt Braunschweig und Berlin (PTB)
- Ruhr-Universität Bochum
- Technische Universität Clausthal-Zellerfeld
- Technische Universität Darmstadt
- Technische Universität Kaiserslautern
- Universität Paderborn
- Universität Stuttgart

Das Max-Planck-Institut für Eisenforschung bringt sich insbesondere mit seiner Expertise in der digitalen Repräsentation von Arbeitsabläufen bei der Simulation von Materialien und in der Software-Entwicklung ein. In einer TaskArea zu diesem Thema werden der Austausch und die semantische Beschreibung von Daten gemeinsam mit den dazugehörigen Metadaten und Workflows in einer digitalen Umgebung für Materialien vorangetrieben. Dies soll den Nutzen von Forschungsergebnissen noch lange Zeit nach Beendigung eines Forschungsprojekts sicherstellen. Um dieses Ziel zu erreichen, wurde am MPIE die Integrierte Entwicklungsumgebung für Simulationsworkflows *pyiron* (*pyiron.org*) geschaffen, die für die Erfordernisse der NFDI kontinuierlich weiterentwickelt wird.

➲ **www.mpie.de**

Sensoren aus dem Drucker

Der 3D-Druck gewinnt immer mehr an Bedeutung bei der industriellen Fertigung. Er macht es nicht nur möglich, sehr komplexe Formen herzustellen, die mit herkömmlichen Verfahren kaum zu verwirklichen wären. Mit seiner Hilfe lassen sich auch kleine Losgrößen wirtschaftlich produzieren. Allerdings stellte die Integration von elektronischen Komponenten und somit auch die Herstellung von individualisierten Sensoren bisher eine Herausforderung dar. Wie das Fraunhofer IPA aus Stuttgart mitteilt, hat es jetzt zusammen mit den baden-württembergischen Unternehmen ARBURG und Balluff einen Durchbruch erzielt.

Für Aufgaben in der Automatisierungstechnik sind Sensoren in individualisierter Form interessant, da diese vielseitig eingesetzt werden können. Induktive Näherungssensoren sind in zylindrischen Metallgehäusen verfügbar, in die eine Spule, eine Platine und ein Stecker in einer starren Konstellation eingebaut werden – eine Standardkomponente mit festgelegter Geometrie. In der Automatisierungstechnik werden induktive Näherungssensoren in großer Stückzahl eingesetzt, um metallische Objekte berührungslos zu erkennen. Sie können in industriellen Anwendungen jedoch nicht nur registrieren, dass sich ein Bauteil angenähert hat, sondern auch in welcher Entfernung es sich befindet. Allerdings gibt es noch keine induktiven Näherungssensoren, die sich mit ihrer Gehäuseform in eine bestimmte Umgebung einpassen, etwa in einen Roboterarmgreiferfinger.

Ein Gehäuse mit beliebiger Form

Warum also nicht das Gehäuse des Sensors aus Kunststoff drucken, um es in beliebiger Form herstellen zu können? Genau das hat ein Forschungsteam vom Zentrum für additive Produktion am Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA nun getan. Unterstützt wurde es dabei von Mitarbeitenden des Anlagenherstellers für die Kunststoffverarbeitung ARBURG GmbH & Co. KG sowie des Sensor- und Automatisierungsspezialisten Balluff GmbH. Für das Gehäuse des Sensors war ein Kunststoff mit hoher Durchschlagfestigkeit und flammhemmenden Eigenschaften gefordert. Die Fachleute wählten den teilkristallinen Kunststoff Polybutylenterephthalat (PBT), der standardmäßig als Spritzgusswerkstoff für die Herstellung von Elektronikgehäusen eingesetzt wird. Allerdings wurde eine solche Materialtype bislang nicht für den 3D-Druck verwendet, sodass Pionierarbeit nötig war.

Leiterbahnen im 3D-Druck

Der Kunststoff kam als Granulat in den sogenannten *freeformer*, das industrielle additive Fertigungssystem von ARBURG. Dieser verfügte über eine Materialaufbereitung mit spezieller Plastifizierschnecke. Nach dem Aufschmelzen des Standardgranulats folgte das werkzeuglose Freiformen: Ein hochfrequent getakteter Düsenverschluss trug kleinste Kunststofftropfen aus, die mit Hilfe eines beweglichen Bauteilträgers exakt positioniert werden konnten. Auf diese Weise entstanden im freeformer Schicht für Schicht dreidimensionale Bauteile mit Kavitäten, in die während des Druckprozesses Bauteile eingelegt werden konnten. Um dies zu ermöglichen, unterbrach der freeformer den Bauprozess automatisch in den jeweiligen Schichten, sodass es möglich war, Spule, Platine und Stecker passgenau zu integrieren. Mit einem Dispenser konnten im Anschluss, in einer separaten Anlage, die Leiterbahnen aus Silber im Inneren des Gehäuses erzeugt werden. Schlussendlich war es notwendig, die Kavitäten mit dem freeformer zu überdrucken und mit Polyurethan zu vergießen.

Das Team stellte auf diese Weise mehr als 30 Demonstratoren der individualisierten Sensoren her, um sie anschließend auf Herz und Nieren zu testen: Die Bauteile mussten etwa Temperaturwechsel und Vibrationen verkraften, sie mussten wasserdicht sein und einen elektrischen Isolationstest bestehen. Durch Optimierung von Design und Herstellungsprozess wurden die Tests am Ende erfolgreich absolviert.

Das Forschungsprojekt *Elektronische Funktionsintegration in additiv gefertigte Bauteile* hatte eine Laufzeit von anderthalb Jahren. Stefan Pfeffer, der das Projekt am Fraunhofer IPA verantwortete, forscht derzeit in Kooperation mit ARBURG daran, wie zukünftig auch leitfähige Kunststoffe eingesetzt werden können, um weitere Anwendungsfelder zu erschließen.

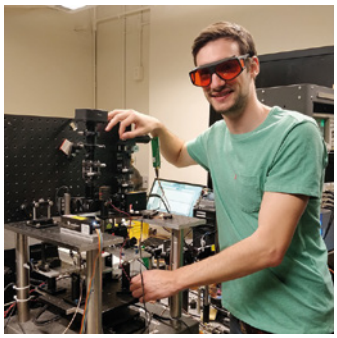
Demonstrator des individualisierten Sensors in den unterschiedlichen Fertigungsstufen: CAD-Konzept (oben links), nach der Integration der elektronischen Komponenten (oben rechts) und als fertiger Demonstrator (unten) (Quelle: Fraunhofer IPA)

Kontakt:
Stefan Pfeffer, E-Mail: stefan.pfeffer@ipa.fraunhofer.de

➲ **www.ipa.fraunhofer.de**

Energiesparen durch schaltbare Magnetwerkstoffe

Ein internationales Forschungsteam erreicht erstmalig eine Magnetisierungsumkehr in magnetischen Schichten über eine Ionenbewegung durch elektrische Felder



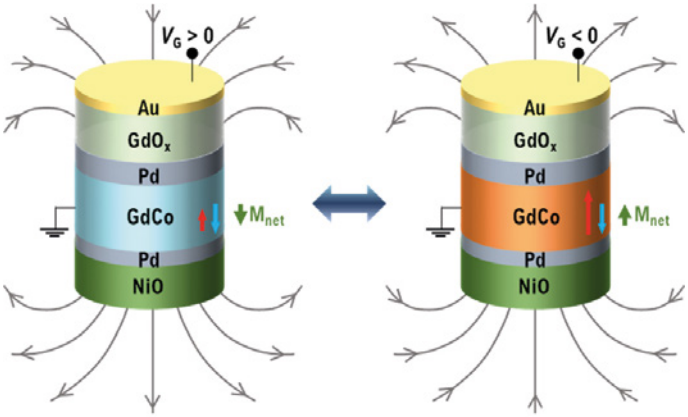
Dr.-Ing. Jonas Zehner am MOKE-Aufbau zum Messen magneto-ionischer Eigenschaften am MIT (Foto: Jonas Zehner/MIT)

Der ansteigende Energieverbrauch durch die Digitalisierung unserer Lebensweise stellt ein globales Problem dar. In magnetischen Datenspeichermedien wie Festplatten werden die Informationen in Bereichen mit verschiedener Richtung der Magnetisierung gespeichert. Die Kontrolle der Magnetisierungsrichtung erfolgt dabei durch elektrische Ströme oder über äußere Magnetfelder, die wiederum über stromdurchflossene Mikrospulen erzeugt werden. In beiden Fällen kommt es durch den elektrischen Stromfluss zu Energieverlusten. Die Kontrolle der Magnetisierungsrichtung über elektrische Felder ist daher ein vielversprechender Ansatz, um den Energieverbrauch von magnetischen Speichermedien zu senken. Bisher war dies meist nur mit hohen Spannungen oder bei sehr niedrigen Temperaturen möglich.

Ein internationales Forschungsteam unter Beteiligung der Technischen Universität Chemnitz und des Leibniz-Instituts für Festkörper- und Werkstoffforschung Dresden (IFW Dresden) konnte nun an magnetischen Dünnschichten ein Schalten der Magnetisierung um 180° mit geringen elektrischen Spannungen demonstrieren. Das ist vielversprechend für eine signifikante Energieeinsparung in modernen Speichermedien auch unter alltäglichen Bedingungen.

Die Forscher nutzen dazu ferrimagnetische Dünnschichten. Ferrimagnete zeichnen sich durch magnetische Untergitter aus, die voneinander verschiedene und entgegengerichtete Spontanmagnetisierungen aufweisen. Die Gesamtmagnetisierung ergibt sich aus beiden Anteilen. Für das ferrimagnetische Material Gadolinium-Kobalt konnten die Forschenden nun zeigen, dass die relative Größe der Magnetisierungen der einzelnen Untergitter über eine elektrisch induzierte und reversible Wasserstoffbeladung, einem sogenannten magneto-ionischen Schalten, beeinflusst werden kann. Das Schalten von Magnetwerkstoffen über magneto-ionische Prozesse ist ein neuer Ansatz, der elektrochemische Mechanismen, ähnlich wie in Batteriewerkstoffen, ausnutzt.

Mit dem zusätzlichen Einfügen einer antiferromagnetischen Schicht konnte das Material so modifiziert werden, dass der sogenannte Exchange-Bias-Effekt zum Tragen kommt. Dieser sorgt dafür, dass die Magnetisierungsrichtung der Untergitter gepinnt, also *festgesteckt* wird. Beim magneto-ionischen Schalten kehrt sich dann entsprechend die Gesamtmagnetisierung um. In diesem Fall wird die Magnetisierung eines Ferrimagneten also erstmals nur durch ein elektrisches Feld und ohne zusätzliches äußeres magnetisches Feld geschalten.



Schema der optimierten NiO-GdCo-Schichtstrukturen mit Exchange-Bias für das 180°-Schalten der Gesamtmagnetisierung (Mnet) über ein elektrisches Feld (Grafik: Mantao Huang)

Wir forschen sehr intensiv an der Kombination magneto-ionischer Systeme mit antiferromagnetischen Schichten und sind Experten für die magneto-ionische Kontrolle des Exchange Bias, erklärt Prof. Karin Leistner, die seit Mai Professorin für Elektrochemische Sensorik und Energiespeicherung an der TU Chemnitz ist. Für den Übergang auf Exchange-Bias-Systeme konnten Karin Leistner und ihr wissenschaftlicher Mitarbeiter Jonas Zehner ihre Expertise in die Forschungsarbeiten einbringen.

Jonas Zehner stellte in seiner am IFW Dresden angefertigten Doktorarbeit während eines Auslandsaufenthalts am Massachusetts Institute of Technology (MIT) Dünnschichtabfolgen mit Verdampfungsverfahren für Dünnschichten im Vakuum her und optimierte die Dicken, die Zusammensetzung und die Abfolge der Materialschichten an einem Modellsystem, um den Exchange-Bias-Effekt in magneto-ionischen Schichtsystemen zu stabilisieren. Die magnetischen Eigenschaften während der Wasserstoffbeladung detektierte er mit einem oberflächensensitiven magneto-optischen Kerr-Aufbau. Der Forschungsaufenthalt wurde über ein Projekt der Deutschen Forschungsgemeinschaft zu magneto-ionischen Systemen gefördert.

An den Arbeiten waren Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen der TU Chemnitz und des IFW Dresden, des Massachusetts Institute of Technology (MIT) in Cambridge (USA), der University of Minnesota (USA), des Korea Institute of Science and Technology und dem ALBA Synchrotron in Barcelona beteiligt. Die Federführung lag bei den Materialwissenschaftlern Mantao Huang und Prof. Geoffrey Beach vom MIT als Experten für die wasserstoff-basierte Magnetoionik. Die Projektarbeiten und die Zusammenarbeit mit dem MIT werden von Prof. Karin Leistner, Dr.-Ing. Jonas Zehner und weiteren Mitarbeitern und Mitarbeiterinnen an der TU Chemnitz in Kooperation mit dem IFW Dresden weitergeführt.

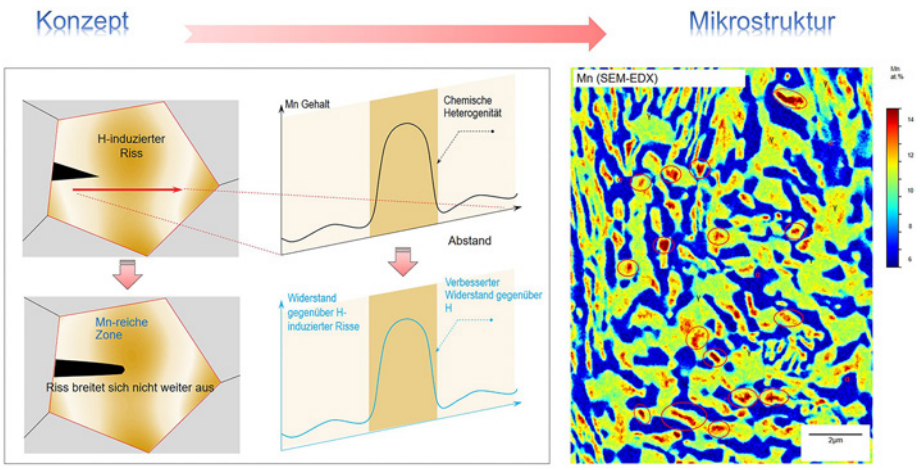
Kontakt:
Prof. Dr. Karin Leistner, E-Mail: k.leistner@ifw-dresden.de, karin.leistner@chemie.tu-chemnitz.de

Originalpublikation:
M. Huang, M. U. Hasan, K. Klyukin et al.: Voltage control of ferrimagnetic order and voltage-assisted writing of ferrimagnetic spin textures; Nat. Nanotechnol. (2021), https://doi.org/10.1038/s41565-021-00940-1

➲ www.ifw-dresden.de

Gefangen in der Sackgasse – wie die Ausbreitung wasserstoffinduzierter Risse in Stählen gestoppt wird

Wasserstoff – das kleinste aller Atome und doch immer wichtiger zur Erreichung einer klimaneutralen Wirtschaft. Während Politik, Industrie und Forschung darauf hinarbeiten, möglichst viel Wasserstoff als nachhaltigen Energieträger zu nutzen, ist die Wasserstoffversprödung von hochfesten Legierungen zu einem der Hauptprobleme geworden, die die Realisierung der Wasserstoffwirtschaft behindern. Hochfeste Legierungen werden in der Automobil- und Luftfahrtindustrie dringend benötigt für den Bau von Leichtbaukomponenten und in allen anderen Bauteilen, die zur Speicherung und zum Transport von Wasserstoff eingesetzt werden. Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen des Max-Planck-Instituts für Eisenforschung (MPIE) und ihre Kollegen und Kolleginnen von der Tsinghua University China und der



Chemische Heterogenität innerhalb der Mikrostruktur führt zu einer verbesserten Beständigkeit gegen wasserstoffinduzierte Rissbildung (links). Diese Mikrostruktur wurde in einem hochfesten manganhaltigen Stahl eingestellt, indem eine hohe Dichte an ultrafeinen manganreichen Zonen erzeugt wurde (einige der manganreichen Pufferzonen sind durch rote Ellipsen im rechten Bild markiert) (Bild: MPIE/B. Sun et al, Nat. Mater. 2021)

ZVO-OBERFLÄCHENTAGE
OT BERLIN
23.-24.09.2021
HYBRID EDITION
Kongress für Galvano- und Oberflächentechnik
Wir stellen aus
Stand Nr.:
30

Energiesch trocknen?
FST DRYTEC
TROCKNEN UND TEMPERN MIT SYSTEM

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

www.fst-drytec.de

Was Sie wollen, wie Sie wollen.
innovativ präzise engagiert

FST Drytec GmbH
Ferdinand-von-Steinbeis-Ring 43 · 75447 Sternenfels · Fon 07045–203620 · E-mail: info@fst-drytec.de

Norwegian University of Science and Technology haben einen Weg gefunden, wasserstoffinduzierte Risse in hochfesten Stählen zu stoppen. Das Forscherteam veröffentlichte ihre Ergebnisse in der Fachzeitschrift *Nature Materials*.

Stähle machen nach Aussage von Dr. Binhan Sun, Postdoktorand, Themenleiter für Wasserstoffversprödung in Hochleistungslegierungen am MPIE und Erstautor der Publikation, 90 Prozent des weltweiten Markts für Metalllegierungen aus und hochfeste Stähle können besonders anfällig für Wasserstoffversprödung sein. *Deshalb war es unser Ziel, eine kostengünstige, skalierbare Strategie zu finden, um hochfeste Stähle unter Beibehaltung ihrer mechanischen Leistungsfähigkeit widerstandsfähiger gegen Wasserstoff zu machen*, erklärt Dr. Sun. Die Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen implementierten manganreiche Bereiche in die Mikrostruktur des Stahls, um Risse abzustumpfen und Wasserstoff darin einzufangen und so die Rissausbreitung zu stoppen. Sie haben ihre Methode mit hochfesten Manganstählen getestet, in denen sie eine extrem hohe Anzahldichte (über ~2 × 10^{18} m^{-3}) von manganreichen Pufferzonen erzeugt haben. *Diese Pufferzonen stellen Sackgassen für Risse dar, indem sie scharfe Risse abstumpfen. Dadurch wird der Stahl doppelt so widerstandsfähig gegen Wasserstoff wie herkömmliche chemisch homogene Stähle, unabhängig davon, wann und wie Wasserstoff in das Material eingedrungen ist*, sagt Dr. Dirk Ponge, Leiter der MPIE-Gruppe *Mechanism-based Alloy Design*, der das Forschungsprojekt betreut.

Die vorgestellte Methode lässt sich prinzipiell auf über zehn etablierte Stahlsorten anwenden. Mögliche Anwendungen sehen die Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen auch für andere Legierungssysteme (z. B. mehrphasige Titanlegierungen), die fest, duktil und wasserstoffbeständig sein sollen. Bevor jedoch das Spektrum der Legierungen erweitert wird, wollen die Forschenden nun verschiedene Methoden finden, um Pufferzonen mit chemischer Heterogenität innerhalb des Gefüges präzise zu erzeugen. Diese verschiedenen Methoden könnten den Effekt der Rissbeständigkeit weiter verstärken und besser zu den etablierten industriellen Verarbeitungsrouten passen.

Originalveröffentlichung:

B. Sun, W. Lu, B. Gault, R. Ding, S. K. Makineni, D. Wan, C.-H. Wu, H. Chen. D. Ponge, D. Raabe: Chemical heterogeneity enhances hydrogen resistance in high-strength steels; in: Nature Materials 2021, https://doi.org/10.1038/s41563-021-01050- y

➲ **www.mpie.de**

Andreas Förster übernimmt Geschäftsführung der Dechema

Dr. Andreas Förster übernahm zum 1. Juli die Geschäftsführung der Dechema Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e. V. Er folgt auf Prof. Dr. Kurt Wagemann, der diese Position seit 2010 innehatte. Der Vorstand der Dechema hatte Andreas Förster in seiner Sitzung im Juni 2020 einstimmig berufen. Dr. Andreas Förster war seit 2021 stellvertretender Geschäftsführer der Dechema. Zuvor leitete er die Abteilung Forschungsförderung und Tagungen. Seit 2009 war Förster zudem Geschäftsleiter von ProcessNet, der gemeinsamen Initiative von Dechema und VDI-GVC.

Mit der Übernahme der Leitung der wissenschaftlichen Gesellschaft formulierte Andreas Förster eine klare strategische Ausrichtung. So sollen der Kern der Dechema, nämlich die inhaltliche Arbeit und die Vernetzung der Mitglieder, gestärkt, die finanzielle Basis gesichert und neue Geschäftsfelder erschlossen werden. Um diese Ziele zu erreichen, erhält die Dechema-Geschäftsstelle eine neue Struktur. Dabei werden alle wesentlichen Aktivitäten in zwei Bereichen gebündelt.

Die Leitung des Bereichs *Wissenschaft und Industrie* übernimmt Dr. Kathrin Rübberdt, die Andreas Förster gleichzeitig als Geschäftsleiterin von ProcessNet nachfolgt. Im Bereich Wissenschaft und Industrie sind alle inhaltlichen Aktivitäten der Dechema gebündelt, die in thematisch ausgerichteten Fachbereichen bearbeitet werden. Angebote für Mitglieder und Community sollen so zukünftig noch transparenter gemacht und die Aktivitäten besser vernetzt werden. Zum Bereich gehört auch die Erweiterung bestehender beziehungsweise die Erschließung neuer Geschäftsfelder wie Datenbanken, Auftragsstudien oder Beratungsleistungen. Kathrin Rübberdt bleibt vorübergehend bis zur Neubesetzung außerdem Leiterin der Kommunikation der Dechema.

Den neuen Bereich *Services* leitet Dirk Rühl. Sein Verantwortungsbereich umfasst alle Dienstleistungen und unterstützenden Funktionen vom Personalmanagement über Finanzen, IT, Gebäude- und Veranstaltungstechnik bis zur Veranstaltungsorganisation. Dadurch sollen Kostentransparenz und Serviceorientierung noch weiter verbessert werden, um sich sowohl intern als auch extern als professioneller Dienstleister für wissenschaftliche Gesellschaften optimal zu positionieren.

Dr. Andreas Förster (Quelle: Dechema e. V.)

Über die Dechema e. V.

Die Dechema Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e. V. führt Fachleute unterschiedlicher Disziplinen, Institutionen und Generationen zusammen, um den wissenschaftlichen Austausch in chemischer Technik, Verfahrenstechnik und Biotechnologie zu fördern. Sie sucht nach neuen technologischen Trends, bewertet diese und begleitet die Umsetzung von Forschungsergebnissen in technische Anwendungen. Über 5800 Ingenieure, Naturwissenschaftler, Studierende, Firmen und Institutionen gehören dem gemeinnützigen Verein an. Gemeinsam mit der Dechema Ausstellungs-GmbH ist er Veranstalter der ACHEMA.

➲ **www.dechema.de**

DÖRKEN

Einfach spitze: Unser Korrosionsschutz ist dünner als jedes einzelne Haar.

Und pflegeleichter sowieso! Trotz hauchdünner Schichtdicke erzielen unsere Beschichtungen ausgezeichnete Ergebnisse und bieten einen hohen Schutz. Und noch besser: Auch in Sachen Service scheren wir Sie nicht über einen Kamm, sondern gehen individuell auf Ihre Wünsche und Anforderungen ein.

www.doerken.de

CORROSION EXPERTS

Hybride, additive Fertigung schafft neues Potenzial für den industriellen 3D-Druck

8. Praxisforum 3D-Druck zeigte, wie additive Fertigung durch die Kombination von Materialien oder zusammen mit konventionellen Fertigungsmethoden weitere Anwendungsfelder erschließen kann.

Mit hybriden, additiven Fertigungsmethoden und dem daraus entstehenden Innovationspotenzial für den Industrieeinsatz befasste sich das 8. Praxisforum 3D-Druck, das am 29. Juni 2021 an der Hochschule in Landshut stattfand. Corona-bedingt wurde die Veranstaltung erneut online durchgeführt; Initiator Prof. Dr. Norbert Babel freute sich, virtuell rund 80 Teilnehmer und Teilnehmerinnen aus dem In- und Ausland begrüßen zu können.

Prof. Dr. Babel erläuterte in seiner Einführung, was der Begriff der *hybriden, additiven Fertigung* umfassen kann: Einmal fällt darunter die Verbindung aus einem konventionell gefertigten Grundkörper, der mittels additiver Fertigungsverfahren weiterbearbeitet wird. Den additiven Bauteilaufbau durch Kombination verschiedener Materialien in einem Druckjob zählt man ebenso hinzu wie den Einsatz von Industrierobotern in vollautomatischen, flexiblen, hybriden Fertigungssystemen, die additive und konventionelle (subtraktive) Fertigungsmethoden kombinieren, sowie zum Beispiel durch zusätzliche Montageoperationen die Effizienz der Produktivität nachhaltig steigern. Durch diese Kombinationen könne die Wirtschaftlichkeit der additiven Fertigung erhöht und noch besser in bereits bestehende Produktionsprozesse integriert werden, wie Babel erläuterte.

Aktuell werde im Bereich der hybriden, additiven Fertigung viel geforscht; es sei ein exponentielles Wachstum von Veröffentlichungen zu beobachten und ein enormer Bedarf an kompetenten Mitarbeitenden in den Unternehmen im Bereich der additiven Fertigung zu verzeichnen. Auf diese Arbeitsmarktsituation habe die Hochschule Landshut reagiert und biete ab Herbst 2021 mit dem neuen Bachelor-Studiengang *Additive Fertigung – Werkstoffe, Entwicklung und Leichtbau*, als bundesweit erste Hochschule, einen solchen grundständigen Studiengang in Vollzeit an.

Funktionsintegration durch additive Fertigung

Wie die additive Fertigung durch Hybridisierung neue Anwendungsfelder erschließen und Einsatzhürden überwinden kann, erläuterte Dr. Bernhard Müller vom Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU in Dresden, im ersten Vortrag der Veranstaltung. Er zeigt Beispiele, bei denen Unternehmen bereits auf die Industrialisierung im Bereich der additiven Fertigung (AF) setzen: Im Automobilbereich fertige BMW zum Beispiel am Standort Landshut Verdeckhalter für den i8 Roadster; in der Medizintechnik produziere die Stryker Corporation in der weltweit größten AF-Fabrik seit Jahren Titanimplantate in Serie und auch bei Kraftstoffeinspritzdüsen aus Kobalt-Chrom-Legierungen in der Luftfahrt oder der Reparatur von Brennerspitzen bei Siemens im Bereich der Energietechnik komme bereits AF zum Einsatz.

Vorteile im additiven Aufbau auf konventionell gefertigte, einfache Grundkörpergeometrien sieht er vor allem dort, wo Mehrwert durch additiv herstellbare Strukturen entsteht, beispielsweise bei einer konturnahen Kühlung oder individualisierten Geometrievarianten. Ein besonderes Potenzial für die additive Fertigung verspricht er sich aber auch durch die direkte Integration von Sensoren und Aktoren an relevanten Stellen im Inneren von Bauteilen. Dabei werde der Bauprozess der laserbasierten Fertigung von Metallen im Pulverbett (Laser Powder Bed Fusion) angehalten, ein Sensor ins Bauteil eingelegt und dann der Prozess fortgeführt, so dass der Sensor umhüllt wird. Dies könne zur Lebensdauervorhersage oder Predictive Maintenance eingesetzt werden. Vielfältige Anwendung der hybriden, additiven Fertigung könnten auch in der Kombination mit Spritzgießwerkzeugen oder durch den Einsatz von verschiedensten Materialien entstehen: Metalle und Keramiken seien ebenso kombinierbar wie etwa Aluminium mit Titan; dadurch sei ein Mehrwert durch hybride Bauteile mit optimierten, anforderungsgerechten, mechanischen Eigenschaften herstellbar.

Wirtschaftliche Vorteile biete auch die Verbindung von additiver Fertigung mit dem Gießen beziehungsweise Druckgießen. Zwar seien die Kosten für die additive Fertigung zum Beispiel durch den Einsatz von mehreren Lasern im Sinken begriffen, die Bauteilstückkosten seien aber trotzdem noch relativ hoch. In der Kombination der Verfahren könne der beim Gießen entstehende Kostenvorteil (Skaleneffekt) genutzt werden, um auch bei größeren Stückzahlen mit AF eine bessere Wirtschaftlichkeit zu erzielen.

Dr. Müller stellte in diesem Zusammenhang das Forschungsprojekt *CastAutoGen* vor, in dem das Fraunhofer IWU mit Partnern das Ein- beziehungsweise Angießen von mit Laser Powder Bed Fusion erzeugten Körpern untersuchte. Dabei habe man eine Mehrwertgenerierung durch die Kombination von Druckguss und additiver Fertigungsmethoden belegen können, dies zum Beispiel durch das Eingießen eines verstärkenden Kernbauteils aus einer Chrom-Nickel-Molybdän-Legierung in ein Aluminiumbauteil, oder die in eine Druckgießform eingelegte, optimierte Wärmetauscherstruktur aus Kupfer.

Simulationssoftware unterstützt den Additiven Fertigungsprozess

Wie durch den Einsatz von Simulationssoftware die Optimierung additiver Hybridbauteile unterstützt und damit Zeit und Geld eingespart werden können, zeigte Keno Kruse, Cadfem GmbH, Hannover, im zweiten Vortrag der Veranstaltung. Beim Druck eines Bauteils sei man mit der Qualität oftmals nicht zufrieden, so stelle man beispielsweise einen Verzug und andere Defekte fest. Durch entsprechende Simulationssoftware habe man Tools zur Verfügung, um zu verstehen, was beim 3D-Druckprozess passiere, und Bauteile dann so zu konstruieren und zu optimieren, dass sie in der gewünschten Form sicher herstellbar sind. ANSYS biete hier ein breites Portfolio an Softwarelösungen, deren Möglichkeiten er erläuterte.

Die Bauteilorientierung in der Maschine könne man anhand verschiedener Kriterien, wie zum Beispiel durch Variieren des Stützmaterials oder der Schichtzahl anpassen. Durch die Simulation vor dem Druckstart könne man Abbrüche, Abreißen von Stützgeometrien etc. erkennen und Bauteile vorab opti-

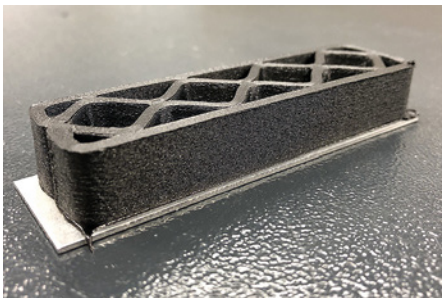
mieren. Da auch der Verzug beim 3D-Druck im Vorfeld berechnet werden könne, sei es möglich, Bauteile mit nur sehr geringen Abweichungen zu realisieren. Mittels Materialanalysen könnten zudem Parameter wie Geschwindigkeit und Eindringtiefe eines Laserstrahls in das Material bestimmt werden, um ein den Anforderungen entsprechendes bestmögliches Gefüge zu erzielen. Durch ein entsprechendes Workflowmanagement auf der Grundlage von Datenbanken – von Materialwerten von Herstellern über Analysen von gedruckten Probekörpern bis zu bei der Qualitätskontrolle erzeugten Bildern – kann eine Softwareunterstützung in die Optimierung des Produktionsprozesses mit einfließen. Am Usecase eines Fräswerkzeugs aus dem Automobilbereich zeigte Kruse, wie die Simulation in der hybriden additiven Fertigung zur Optimierung von Bauteilen genutzt werden kann.

Additive gefertigte Kunststoff-Metallhybrid-Bauteile

Michael Rieck, Akro-Plastic GmbH, befasste sich im abschließenden Vortrag mit Metallhybriden und dem 3D-Druck von Kunststoffgranulat auf Metall. Wie Rieck betonte verändere man in der Herstellung von Granulaten die Eigenschaften von Kunststoffen so, dass sie den vielfältigen Kundenwünschen genügten. Die Modifikation erfolge durch die Beimischung von verschiedenen Materialien. Gerade polyamidbasierte Kunststoffe mit Carbonfaserverstärkung, wie zum Beispiel Polyamid 6 mit 30-prozentiger Carbonkurzfaser, böten durch die erzielbaren hohen Steifigkeiten einen günstigen Materialpreis und damit Kostenvorteile für den Einsatz in der hybriden additiven Fertigung. Die Carbonkurzfasern könnten aus wiederaufbereitetem Recylat, beispielsweise aus im Automobilbereich verwendeten Endlosfasern, hergestellt werden. Durch die Carbonfasern sei eine dimensionstreue Verarbeitung, mit wenig Schwindung und Verzug realisierbar. Die Größe der Granulatkörner sei variabel und eine Verschiebung des Kristallisationspunkts ermögliche eine optimale Lagenanbindung. Durch eine angepasste Faserorientierung könnten hohe, richtungsabhängige Steifigkeiten erzielt werden.

Das vom Fraunhofer IWU entwickelte SEAM-Verfahren (Screw Extrusion Additive Manufacturing) sei wesentlich schneller als der herkömmliche 3D-Druck und ermögliche die Verwendung von preisgünstigem Kunststoffgranulat. Im Vergleich zum Spritzgussverfahren ergäben sich viele Vorteile, unter anderem seien Hohlrippen und große Wanddicken möglich. Man könne hoch effektiv produzieren und die additive Fertigung werde auch als Verfahren für größere Stückzahlen interessant.

Zusätzliches Anwendungspotenzial sieht Rieck im Drucken von Kunststoff auf Metall. Polyamide haften normalerweise nicht an Metallen, wie er erläutert. Das Plasmareinigen einer Metallkomponente und eine Plasmavorbehandlung (Coating) sorgen bei verschiedenen Legierungen aus Aluminium, Stahl oder Edelstahl für einen sicheren Kunststoff-Metall-Verbund. Mit dem *Plasma-SealTight® (PST)* haben die Unternehmen Plasmatreat und Akro-Plastic ein innovatives Verfahren



Additiv gefertigter Kunststoff-Metall-Hybrid-prüfkörper
(Bild: HS Landshut/Akro Plastic GmbH)

für die Plasmaversiegelung entwickelt. Dies könne man auch für die additive Fertigung im Bereich von Metallhybriden einsetzen, was weiteres Potenzial in der Herstellung von hybriden Bauteilen verspräche.

Im Spritzguss nicht herstellbare Geometrien, wie zum Beispiel verrippte Teile oder auch Sandwichstrukturen würden so möglich. Wie Versuche gezeigt hätten, sei auch die Kunststoff-Metallhaftung sehr stark, ein Versagen finde nicht im Verbindungsbereich statt. Über das Substrat sowie Prozesseinstellungen, beispielsweise die Temperatur zur Aktivierung der Plasmaschicht, seien die Eigenschaften entsprechend anpassbar. Es sei möglich, das PST-Verfahren in Kombination mit der additive Fertigung einzusetzen und deren Vorteile zu nutzen. Weitere Untersuchungen seien allerdings nötig, ehe man dieses granulatbasierte additive Fertigungsverfahren auf Industrieprodukte übertragen könne.

➲ **www.haw-landshut.de**

Mit TROCKENREINIGUNG
zur perfekten OBERFLÄCHE !
advanced clean production acp
Reinigen mit CO_2-Schneestrahl
www.acp-systems.com
Tel.: +49 7156 48014-0

UKP-Laser revolutionieren Batterie- und Wasserstofftechnologie

In der Displayherstellung sind die ultrakurzgepulsten (UKP) Laser schon heute Standard, noch mehr und noch größere Anwendungen werden in den nächsten Jahren hinzukommen. Auf dem 6. UKP-Workshop: *Ultrafast Laser Technology* des Aachener Fraunhofer-Instituts für Lasertechnik ILT am 21. und 22. April 2021 wurden die nötige Technik und die passenden Prozesse vorgestellt. Das Spektrum reichte dabei von ultrastarken Strahlquellen bis zu Prozessen, mit denen man die Oberfläche einer Metallelektrode zur Wasserstofferzeugung tausendfach vergrößern kann.

Alle zwei Jahre treffen sich seit 2011 UKP-Expertinnen und -Experten in Aachen, um sich in persönlicher Atmosphäre intensiv zu neuen Ideen und Trends aus Industrie und Forschung auszutauschen. Dieses Jahr fand die Netzwerkveranstaltung online statt. Das Fraunhofer ILT machte aus der Not eine Tugend und nutzte die Gelegenheit zu virtuellen Laborführungen, die bei einer Präsenzveranstaltung mit der Vielzahl der Teilnehmer bislang nicht durchführbar waren.

Weltrekorde bei den Strahlquellen

Zu den Kernthemen des UKP-Workshops gehören Entwicklungen bei Strahlquellen, beim Prozesswissen und den möglichen Anwendungen. Auch im zehnten Jahr dieser Workshopreihe gab es auf allen diesen Feldern Fortschritte zu vermelden.

Bei den Strahlquellen setzt die Fraunhofer-Gesellschaft mit dem *Cluster of Excellence Advanced Photon Sources (CAPS)* weltweit Maßstäbe. Der Weltrekord wird laut Fraunhofer-ILT mit 10 kW mittlerer Leistung aus einem kohärent gekoppelten Faserlaser am Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF in Jena gehalten. Am Fraunhofer ILT in Aachen wird, wie Institutsleiter Prof. Constantin Häfner berichtete, in diesem Sommer ein 5-kW-Slab-System einsatzbereit sein. Neu ist dabei das Pumpen mit sechs statt zwei Pumpstrahlen an jedem Slab. Aus 6 kW Dioden-Pumpleistung werden am Ende 2 kW UKP-Leistung pro Verstärkerstufe. Sowohl in Jena als auch in Aachen stehen Industriepartnern und Interessenten die Strahlquellen in CAPS-Applikationslaboren für Versuche zur Verfügung.

Zur Frage, wann solche Leistungen zum Standard in der Industrie werden, präsentierte Dr. Rudolf Weber von der Universität Stuttgart eine interessante Statistik: Demnach hat sich die durchschnittliche Leistung von UKP-Systemen sowohl in der Industrie als auch in der Forschung in den letzten 20 Jahren alle drei Jahre verdoppelt. Mit der Einführung von Multi-kW-Systemen in industrielle Standardverfahren ist der Statistik zufolge bis 2025 zu rechnen. Schon jetzt ist absehbar, dass neue Laserverfahren zur Mikrostrukturierung von Oberflächen mit kW-Strahlquellen neue Märkte erschließen werden.

Die Bedeutung der neuen Laserquellen für die Forschung lasse sich kaum überschätzen, wie Prof. Häfner in seinem Ausblick zeigte. Als Secondary Sources für kurz-gepulste Röntgen-, Elektronen- oder Teilchenstrahlen werden sie in der Medizin, der Teilchenphysik oder der Materialwissenschaft völlig neue Möglichkeiten eröffnen.

Ab Sommer 2021 werden am ILT Laserprozesse für die Batteriefertigung im eigenen Batteriezentrum erforscht; im Bild: Rolle-zu-Rolle Anlage (© Fraunhofer ILT, Aachen)

Neues Prozesswissen: Bursts richtig einsetzen

Seit mindestens 30 Jahren wird an der Wechselwirkung von UKP-Laserstrahlung mit Werkstoffen geforscht. Aber erst in den letzten Jahren sind verlässliche Prozessfenster für die industrielle Anwendung erschlossen worden. Ein Experte auf diesem Gebiet ist Beat Neuenschwander von der Berner Fachhochschule, der auch in diesem Jahr neue Ergebnisse auf dem UKP-Workshop präsentierte. Dieses Mal ging es ihm um die Bearbeitung von Silizium und anderen Halbleitermaterialien mit Einzel- und Mehrfachpulsen (Bursts). Bei Silizium lässt sich mit Bursts die Abtragrate signifikant steigern, wobei die Pulsanzahl und die Wellenlänge für unterschiedliche Materialien unterschiedliche Effekte haben.

Detaillierte Untersuchungen, wie sich Bursts auf den Abtrag von Metallen auswirken, präsentierte Daniel Förster von LightPulse Laser Precision aus Stuttgart, sowie Dr. Norman Hodgson von der Coherent, Inc. Hodgson gab in seinem Vortrag einen Schnellkurs zu den optimalen Prozessparametern bei neun Materialien, drei Wellenlängen, verschiedenen Pulsdauern und Burstfrequenzen. Aus den verschiedenen Versuchen konnte er einen tabellarischen *Wavelength selection guide for ultrafast laser machining* ableiten.

Mit der Röntgenemission behandelte Dr. Roswitha Giedel-Wagner, GFH GmbH, einen besonders kritischen Effekt bei der Nutzung von industriellen UKP-Lasern. Bei GFH werden Lasermaschinen für die Mikromaterialbearbeitung mit Ultrakurzpulslasern für eine breite Anwendungspalette gebaut, Emissionen werden genau vermessen und die Schutzkonzepte entsprechend angepasst. Aufgrund der derzeitigen Strahlenschutzverordnung steht oft die Umsetzbarkeit einfachster Prozesse ohne ein aufwändiges Genehmigungsverfahren infrage. Die gute Nachricht: Ein 1-mm-Stahl-Gehäuse schützt den Anwender bereits vor der emittierten Strahlung.

Neben den Strahlquellen hat sich in den vergangenen Jahren auch die Optik der UKP-Systeme als wesentlicher Innovationstreiber gezeigt. Georg König vom Lehrstuhl Technologie Optischer Systeme TOS an der RWTH Aachen University fasste in seinem Vortrag die Fortschritte der vergangenen zwei Jahre zusammen. Neben immer besseren Multistrahlsystemen betrachtete er die Simulation von ganzen Prozessen und neuen Optiken (diffraktive optische Elemente, Spatial Light Modulatoren, Bessel-Beams) sowie die Realisierung der dazugehörigen Technik.

Mehr Applikationen im Halbleiterbereich

Neben der Diskussion von Prozesswissen ist die Vorstellung von neuen Applikationen ein Kernanliegen des UKP-Workshops. Dr. Koji

Sugioka vom Riken in Japan gab dafür gleich zu Beginn einen breiten Überblick. Auf der Verfahrensseite stehen da Fortschritte beim Strukturieren, Bohren und Trennen (speziell auch Dicing), die wiederum kommerzielle Anwendungen in der Halbleiterindustrie und im Bereich Automotive vorantreiben. Große Perspektiven sieht er auch für hybride Verfahren, bei denen die Präzision der UKP-Laser mit der Geschwindigkeit anderer Lasertypen zusammen eine höhere Produktivität ermöglichen. Beim Blick in die Zukunft sieht Sugioka die Nanostrukturierung von Oberflächen, aber auch die Synthese neuer Materialien wie Stickstoff-Fehlstellen-(NV)-Diamanten für die Quantentechnologie.

Anwendungen in der Halbleiterindustrie wurden von Dr. Kees Biesheuvel, ASM Laser Separation International, vorgestellt. Wichtig ist dort das Abtragen von Siliziumwafern, wo der UKP-Laser mikrometergenau arbeitet und keine Risse verursacht. Unverzichtbar sind die Systeme auch beim exakten Abtragen von Beschichtungen, was nachfolgende Trennprozesse erheblich vereinfacht. Die Systeme werden sowohl in der Halbleiterfertigung als auch in der Displayindustrie eingesetzt.

Das Laserpolieren stellt innerhalb der UKP-Technologie einen neuartigen Anwendungsbereich dar. Astrid Saßmannshausen vom Fraunhofer ILT präsentierte dafür die komplette Prozesskette. Bei diesem Bearbeitungsprozess kommt es darauf an, die Oberfläche zu schmelzen und nicht abzutragen. Mit passenden Prozessparametern lässt sich in einem zweistufigen Prozess die Oberflächenrauheit in einem breiten Spektrum reduzieren und eine Rauheit kleiner als 0,1 µm erreichen. Neue kW-Strahlquellen und Bursts bis in den GHz-Bereich werden die Produktivität noch verbessern.

UKP-Laser für die Energie der Zukunft

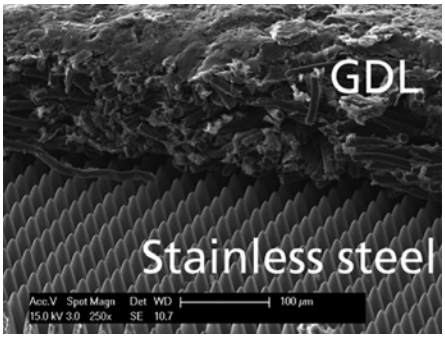
Einen wirklich großen Anwendungsbereich für UKP-Laser bieten die Batterie- und Wasserstofftechnologien. Dr. Karsten Lange vom Fraunhofer ILT zeigte in seinem Vortrag sowohl das Umfeld als auch konkrete Beispiele dafür. In der Wasserstofftechnologie gibt es mehrere Ansatzpunkte. Am eindrucksvollsten ist sicherlich die Vergrößerung der effektiven Elektrodenoberfläche durch Laserstrukturierung um einen Faktor 1600, den der Wissenschaftler erreichen konnte.

In der Batterietechnik geht es heute um die Steigerung der Energiedichte als auch der Leistungsdichte. Auf beiden Feldern werden Laserprozesse entwickelt. Bei hohen Leistungsdichten (also bei schnellen Lade- oder Entladeprozessen) ist die Lithiumabscheidung derzeit ein Problem. Mit dem UKP-Laser können Mikroporen in die Elektroden der Batterien eingebracht und so das Problem reduziert werden. Am Fraunhofer ILT soll die Technologie in einem speziellen Batterielabor ab Sommer 2021 untersucht werden. Entscheidend bei der breiten Einführung der UKP-Laser in die Herstellung von Batterien und Brennstoffzellen wird die Leistungsskalierung der Strahlquellen sein. Für eine überlegene Produktivität werden hier UKP-Laser mit 5 kW bis 10 kW benötigt.

7. UKP–Workshop: Ultrafast Laser Technology – Ausblick auf 2023

Die UKP-Laser sind in der Industrie angekommen. Doch hat auch der 6. UKP-Workshop gezeigt, wie sehr das Prozesswissen noch weiterentwickelt wird, um das volle Potential in die Fertigung zu bringen. *Das ultimative Ziel wäre eine universelle Laserdrehmaschine, mit der man eine Vielzahl von Bearbeitungsaufgaben erledigen könnte*, fasst Workshoporganisator Prof. Arnold Gillner die Vision zusammen.

Hohe Repetitionsraten, hohe Leistungen und wie man die Leistung effizient auf das Werkstück bekommt – das sind Stichworte, die sicher auch beim nächsten UKP-Workshop am 26. und 27. April 2023 in Aachen eine Rolle spielen werden. *Dann treffen wir uns hoffentlich wieder persönlich*, verleiht Co-Organisator Martin Reininghaus abschließend dem Wunsch aller Beteiligten Ausdruck.



Mit dem UKP-Laser lässt sich die Oberfläche von Wasserstoffelektroden mehr als tausendfach vergrößern (© Fraunhofer ILT, Aachen)

Kontakt:

Dipl.-Phys. Martin Reininghaus, Gruppenleiter Mikro- und Nanostrukturierung, E-Mail: martin.reininghaus@ilt.fraunhofer.de

Dr.-Ing. Arnold Gillner, Kompetenzfeldleiter Abtragen und Fügen, E-Mail: arnold.gillner@ilt.fraunhofer.de

➲ **www.ilt.fraunhofer.de**

Customized Solutions

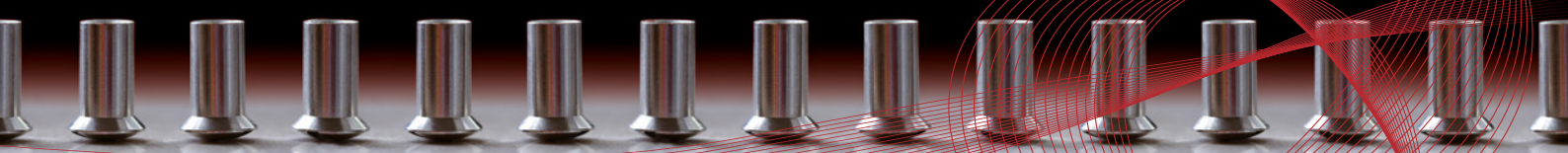
Oberflächenveredelung – Perfektion für Ihren Erfolg!

B + T Unternehmensgruppe

Wir sind eine hochinnovative Unternehmensgruppe mit viel Erfahrung: Wir sind Mit- und Vorausdenker, Präzisionsexperte, Prozessoptimierer, Prüfspezialist, Problemlöser, Qualitätsmaximierer, Rundum-Dienstleister und Mehrwert-Erbringer.

Gern auch für Sie.

B+T Unternehmensgruppe



B+T Unternehmensgruppe | Telefon: +49 (0) 6441 7806-0 | info@bt-unternehmensgruppe.de | www.bt-unternehmensgruppe.de

Bestimmung der Oxidschichtdicke am Stent-Werkstoff L605

Von Benjamin Gohminger[1,2], Falk Stukowski[2] und Volker Bucher[1]

Die zyklische Voltammetrie wird in der Medizintechnikbranche oft dazu verwendet, um das Korrosionsverhalten eines Implantats oder dessen Anfälligkeit gegenüber Korrosion zu ermitteln und zu bewerten [1, S. 2]. Dieses elektrochemische Verfahren wurde hier für die Bestimmung der Oxidschichtdicke von L605 (Kobalt-Chrom-Wolfram-Nickel-Legierung) verwendet. Die Oxidschichtdicke wurde in Abhängigkeit definierter Expositionszeiten an Luft bestimmt, um deren Einfluss auf den Nachfolgeprozess zu bestimmen. Die Untersuchungen legen nahe, dass die endgültige Dicke der Oxidschicht an Luft bei Raumtemperatur innerhalb weniger Sekunden erreicht ist.

[1] Hochschule Furtwangen, Fakultät Mechanical and Medical Engineering (MME), Jakob-Kienzle-Straße 17, D-78054 Villingen-Schwenningen

[2] Bentley InnoMed GmbH, Lotzenäcker 3, D-72379 Hechingen

1 Einleitung

Bei der Herstellung von Stents aus der Legierung L605 (Kobaltbasis mit 20 % Chrom, 15 % Wolfram und 10 % Nickel) kommt das chemische Ätzen zum Entfernen von Rückständen des Laserschneidens zum Einsatz. Die Oxidschichtbildung auf der Legierung, bezüglich Dicke und Kinetik, an Luft bei Raumtemperatur ist hier von besonderem Interesse. Beim Elektropolieren handelt es sich um einen elektrochemischen Prozess, der einen Materialabtrag vorwiegend an den Rauheitsspitzen aufweist. Daraus resultiert eine glatte, hochreflektierende und gratfreie Oberfläche. Ziel der Untersuchungen war es, den Einfluss der Oxidschicht auf den Elektropolierprozess, genauer gesagt auf die Elektropolierparameter, zu bestimmen. Zu diesem Zweck wurde das Oxidationsverhalten an Luft bei Raumtemperatur betrachtet.

Die unterschiedlichen Intervalle der Expositionszeit an Luft bei Raumtemperatur wurden wie folgt festgelegt:

– t_0: 0 Minuten*
– t_1: 2 Tage
– t_2: 1 Monat

* Da die Untersuchungsmethode CV örtlich nicht in der Nähe der Ätzstation war und zusätzlich die Probeneinspannung für die Messung Zeit beansprucht, konnte die Expositionszeit 0 Minuten nicht realisiert werden. Für t_0 wurde daher die Bedingung < 10 Minuten festgelegt.

Für die Untersuchung der Oxidschichtdicke wurde das Verfahren der zyklischen Voltammetrie verwendet. Es wurden für jede Expositionszeit fünf Stents untersucht. Zusätzlich wurden zwei Proben mit einer Expositionsdauer von 1 Monat mit einer XPS-Analyse ebenfalls auf die Oxidschichtdicke untersucht. Grund für die Auswahl einer Probe mit 1 Monat Expositionszeit waren die Ergebnisse einer Literaturrecherche für die Oxidschichtbildung von Chrom. In dieser wird beschrieben, dass sich bei Raumtemperatur ein spezifischer Grenzwert der Oxidschichtdicke nach wenigen Sekunden einstellt. Daher ist es bedeutsam, genau zu sagen, dass sich dieser auch nach einer langen Expositionszeit nicht verändert. Des Weiteren konnte mit Hilfe der ausgewählten Proben für die XPS-Analyse ein Vergleich der berechneten mit der gemessenen Schichtdicke durchgeführt werden.

2 Das Verfahren zyklische Voltammetrie

Für das Verfahren zyklische Voltammetrie wird eine Drei-Elektroden-Anordnung verwendet. Zwischen der Referenzelektrode sowie der Arbeitselektrode wird eine über die Zeit veränderte Spannung angelegt, die linear zwischen zwei definierten Grenzen variiert. Dies kann in unterschiedlichen Formen realisiert werden und wird als Scan Mode bezeichnet. In diesem Artikel wird auf den Scan Mode *Dreieck* eingegangen.

Während der Durchführung einer zyklischen Voltammetrie werden die Elektroden nicht bewegt. Die Messwerte werden in einem Stromdichte-Potential-Diagramm dargestellt. Bei dem Scan Mode Dreieck, dargestellt in *Abbildung 1*, wird mit dem Anfangspotential E_i (t = 0 Sekunden) gestartet. Dieses wird linear über die Zeit bis zum Umkehrpotential erhöht. Nach dem Durchlaufen des Umkehrpotentials E_u wird das Potential wieder auf das Anfangspotential zurückgefahren.

Die Strom-Spannungskurve (*Abb. 2*) beginnt mit dem Ruhepotential E_0. Wird das Potential von E_0 auf E_2 erhöht, beginnt die Oxidation des redoxaktiven Materials. Ebenfalls durch Änderung des Potentials nimmt die Konzentration c_{red} des Reduktionsmittels an der Elektrode ab. Durch die weitere Erhöhung der Spannung sinkt die Konzentration c_{red} der reduzierenden Substanz an der Elektrodenoberfläche bis auf null, parallel dazu steigt der Strom. Der Strom aufgrund der sich ändernden Konzentration c_{red} wird als Diffusionsstrom i_D bezeichnet. Die Konzentration c_{ox} der oxidierten Komponente an der Elektrode nimmt stetig zu, da immer mehr Substanz oxidiert wird. Durch das Vorliegen einer ruhenden Lösung erfolgt kein Abtransport, wodurch die Dicke der Nernst'schen Diffusionsschicht δ_N entgegen dem Konzen-

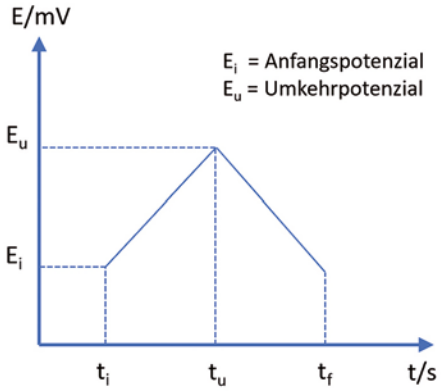


Abb. 1: Dreiecksspannung-Scan Mode [2, S. 13]

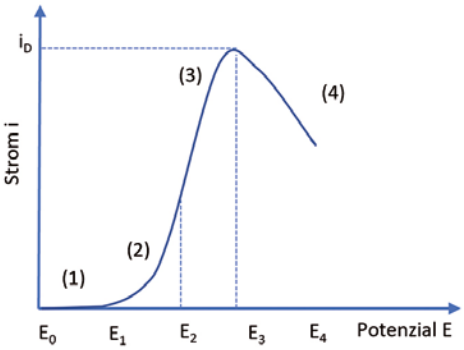


Abb. 2: Resultierende Strom-Spannungskurve für eine Oxidation [2, S. 14]

trationsgefälle anwächst. Die Nernst'sche Diffusionsschicht ist zwischen der Helmholtz-Schicht und der Lösung anzuordnen.
Bei wachsender Diffusionsschicht sinkt der Diffusionsgrenzstrom i_D; durch das Ansteigen und Abfallen des Stroms, entsteht ein Strommaximum. E_4 wird als Umschaltpotential bezeichnet. Hier wird die Spannungsvorschubrichtung umgekehrt. Die Spannung wird so lange verändert, bis das Ausgangspotential mit dem Startpotential übereinstimmt.
Während der gesamten Messung wird jeweils die Summe aus anodischem und kathodischem Strom in den entstehenden Graphen aufgetragen. An dem Punkt, an dem sich die beiden Ströme aufheben, herrscht ein dynamisches Gleichgewicht. Dies bedeutet, dass die Geschwindigkeiten der Oxidation und der Reduktion identisch sind. Aufgrund der verschiedenen Vorzeichen entspricht der Gesamtstrom dort dem Zahlenwert Null. Nach dem Passieren dieses Nullpunkts herrscht ein negativer Strom. Durch das Erniedrigen des Potentials wird die berechenbare Geschwindigkeitskonstante erhöht. Diese würde stetig weiter ansteigen, wenn nicht das Anwachsen der Diffusionsschicht dem entgegenwirkt. Das Resultat daraus ist ein kathodisches Strommaximum. Nach dem Durchlaufen des Maximums sinkt der Strom wieder auf den Wert für das Startpotential. Ein solcher Durchgang wird als Zyklus bezeichnet, aufgrund dessen das Verfahren die allgemein gebräuchliche Bezeichnung zyklische Voltammetrie erhalten hat [2, S. 12–15].

3 Das XPS Verfahren

Um die Messwerte aus der Voltammetrie zu validieren wurde als zweites Verfahren eine XPS-Analyse eingesetzt. Die XPS-Analyse ist eine oberflächenanalytische Methode, mit der alle chemischen Elemente, außer Wasserstoff (H) und Helium (He) bestimmt werden können. Für diese Analyse wird eine Röntgenstrahlungsquelle verwendet. Die Messung wird unter Ultrahochvakuum (10^{-8} mbar bis 10^{-10} mbar) durchgeführt. Informationen über die äußeren 10 nm eines zu untersuchenden Materials wird über Aluminium-Kα- oder Magnesium-Kα-Anregung gewonnen. Hierbei werden kernnahe Elektronen aus einem Atom herausgeschlagen, durch die Informationen über chemische Zusammensetzungen, Oxidationszustände und Art der Bindungen erhalten wird.
Die Anregung der Elektronen ist für jedes Element über eine definierte Energie hv charakterisiert. Sie entspricht der Energie, mit der ein Elektron im Atom gebunden ist. Durch das Anregen von Elektronen (Anheben auf höhere Energien) wird ein intraatomarer Relaxationsprozess der Elektronen aus höheren Energieniveaus ausgelöst [5, S. 18–21]. Die Energie, mit der das Atom stabilisiert wird, wird in Form von Röntgenfluoreszenzstrahlung abgestrahlt [3]. Mit Hilfe von Linsensystemen (magnetische und elektrostatische Linsen) sowie einem speziellen Energieanalysator, den nur Elektronen eines bestimmten Energiespektrums passieren können, werden durch eine angelegte, variierbare elektrische Spannung nacheinander alle Energiewerte des Spektrums, welches gemessen werden möchte, abgefahren. Die Energie der auf den Detektor treffenden Elektronen lässt sich mit folgender Formel bestimmen:

$$KE = hv - BE \quad <1>$$

mit: KE – kinetische Energie der emittierenden Elektronen [eV]
hv – eingestrahlte Energie [eV]
BE – Bindungsenergie der Elektronen [eV]

Da die Bindungsenergie elementspezifisch ist, wird ein direkter Elementnachweis ermöglicht. Die Augerelektronenemission stellt einen Alternativprozess dazu dar. Die freiwerdende Energie aufgrund der Relaxation wird nicht grundsätzlich durch Emission eines Photons abgegeben. Die Energie kann auch auf ein anderes Elektron übertragen werden, welches das Atom als sogenanntes Augerelektron verlässt [4]. Das Übersichtspektrum liefert eine Aussage über die Elementzusammensetzung der Probe. Die bei der Analyse erhaltenen Emissionslinien sind für jedes Element charakteristisch, weshalb die Probe chemischen Elementen zugeordnet werden kann [5, S. 24–25].

4 Berechnung der Oxidschichtdicken

Durch die zyklische Voltammetrie kann die gesamte Oxidschichtdicke, d_{gesamt}, die Dicke der nativen Oxidschicht d_0 sowie die Dickenänderung während des Prozesses bestimmt werden. Für die Fragestellung im vorliegenden Fall ist die Bestimmung der nativen Oxidschicht interessant. Diese kann über folgenden Zusammenhang bestimmt werden:

$$d_0 = (\phi_0 - \phi_{ox}) \cdot k_{ox} \quad <2>$$

mit: d_0 – native Oxidschichtdicke [nm]
ϕ_0 – Durchbruchspotential [V]
ϕ_{ox} – Oxidationspotential [V]
k_{ox} – Oxidwachstumsrate [nm/V]

Für die Messung mittels XPS-Verfahren wird ein Tiefenprofil durch Sputtern mit Argonionen (Ar-Ionen-Sputtering) erstellt. Die Oberfläche der Probe wird dabei sukzessiv abgetragen und in festgelegten Intervallen untersucht [6].

5 Einfluss der Oxidschicht auf den Elektropolierprozess

Für die Beurteilung des Einflusses der Oxidschichtdicke wird die Ladungsmenge Q als relevanter Parameter herangezogen. Der Materialabtrag bei dem Elektropolierprozess wird über die Materialkonstante bestimmt. Diese setzt sich aus dem gemessenen Materialabtrag und der Ladungsmenge zusammen, die in folgender Beziehung zueinander stehen:

$$M_k = \Delta m / Q = \Delta m / (I \cdot t) \quad <3>$$

mit: M_k – Materialkonstante [mg/C]
Δm – gemessener Materialabtrag [mg]
Q – Ladungsmenge [C]
I - Strom [A]
t – Abtrags- bzw. Reaktionsdauer [s]

Die zwei berechneten Ladungsmengen, mit- und ohne Oxidschicht, wurden miteinander verglichen. Die prozentuale Differenz dieser Werte wurde genutzt, um den Einfluss der Oxidschichtdicke auf den Elektropolierprozess zu beurteilen. Die Oxidschicht, die mit dem XPS-Verfahren bestimmt worden war, wurde für die Berechnung verwendet.

6 Ergebnisse der Messungen

Die Bestimmung der Oxidschichtdicken für die gewählten Expositionszeiten führte zu folgenden Werten:

t_0 = 3,1 nm ± 3,0 nm
t_1 = 3,1 nm ± 1,1 nm
t_2 = 5,6 nm ± 2,6 nm

Bei diesen Ergebnissen handelt es sich um berechnete Mittelwerte, die mit dem zyklischen Voltammetrie-Verfahren bestimmt worden waren. In *Abbildung 3* sind die Oxidschichtdicken in Abhängigkeit zu den unterschiedlichen Expositionszeiten dargestellt. Hier lässt sich ein geringer Anstieg der Oxidschichtdicke in Abhängigkeit der Expositionszeit feststellen. Des Weiteren fällt eine erhöhte Standardabweichung auf. Vermutlich haben elektromagnetische Störgrößen im Laborbereich zu dieser Variation der Messwerte geführt. Der leichte Anstieg der Oxidschichtdicke von anfänglich 3,1 nm auf den Wert von 5,6 nm nach einer Dauer von 1 Monat, was den Literaturangaben widerspricht, lässt sich auf die genannten Störungen zurückführen.
Die Dicke der Oxidschicht, gemessen mit dem XPS-Verfahren (Expositionsintervall t_2), liegt im Bereich von 2,5 nm ± 1 nm bis 3 nm ± 1 nm. Der prozentuale Unterschied der Ladungs-

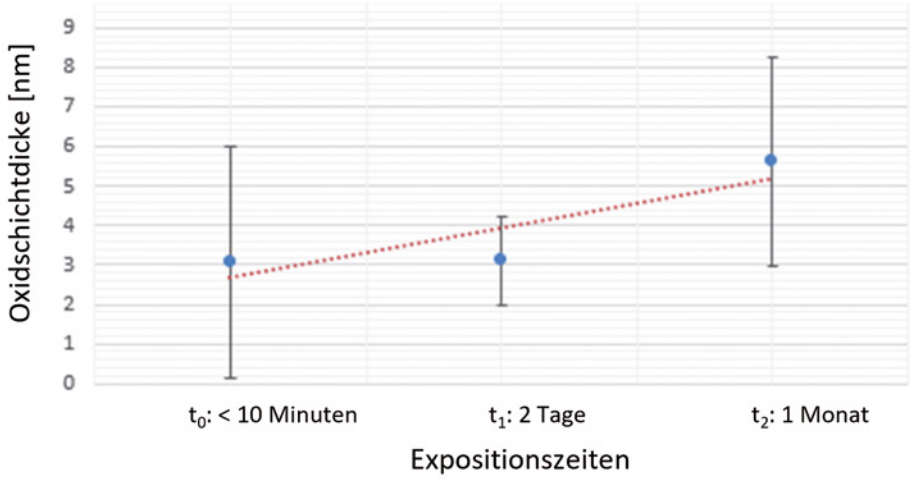


Abb. 3: Oxidschichtdicken für die gewählten Expositionszeiten

mengen, mit und ohne Oxidschicht, beträgt 0,0031 % bis 0,0038 %.

7 Zusammenfassung

Die gefundenen Ergebnisse legen den Schluss nahe, dass sich die Oxidschicht auf einen spezifischen Grenzwert nach wenigen Sekunden einstellt. Der spezifische Grenzwert ist für den gewählten Zeitraum zwischen 10 Minuten und 1 Monat unabhängig von der Expositionszeit bei Raumtemperatur. Dadurch kann ein Einfluss der Expositionszeit an Luft auf den Elektropolierprozess ausgeschlossen werden. Die mit der zyklischen Voltammetrie bestimmte Dicke der Oxidschicht beziehungsweise dessen spezifischer Grenzwert beträgt bei Raumtemperatur 3,8 nm ± 2 nm (Mittelwert über die Expositionszeiten). Das Ergebnis der XPS-Analyse zweier Stents, die einer Expositionszeit an Luft von 1 Monat unterzogen wurden, beträgt 2,5 nm bis 3,0 nm ± 1,0 nm. Mit diesem Wert wird der Einfluss auf den Elektropolierparameter, die Ladungsmenge, durch die Oxidschicht berechnet, welcher 0,0031 % bis 0,0038 % beträgt. In Kombination mit dem Ergebnis, dass der spezifische Grenzwert sich an Raumtemperatur nach wenigen Sekunden bildet und nicht verändert, kann kein relevanter Einfluss der Oxidschicht auf den Elektropolierprozess festgestellt werden.

Literatur

[1] ASTM F2129, Standard Test Method for Conducting Cyclic Potentiodynamic Polarization Measurements to Determine the Corrosion Susceptibility of Small Implant Devices, F04 Committee, West Conshohocken, PA, USA; 2019

[2] Garcia Angel, Maria de Gracia: Aufnahme und Interpretation der zyklischen Voltammogramme substituierter p-henylendiamine in organischen Lösungsmitteln unter Erfassung der rotonenübertragungsreaktionen mittels Pyridin; Dissertation TU Braunschweig, 2006

[3] M. Alfeld: Was verrät die Röntgenfluoreszenzanalyse?; Online-Beitrag, verfügbar unter: https://www.weltderphysik.de/gebiet/teilchen/licht/synchrotronstrahlung/roentgenfluoreszenzanalyse/roentgenfluoreszenzanalyse/ (Zugriff am: 27. April 2021)

[4] N. N.: Auger-Elektronen-Spektroskopie; Online-Artikel; verfügbar unter: https://www.chemie.de/lexikon/Auger-Elektronen-Spektroskopie.html (Zugriff am: 27. April 2021)

[5] N. Lange: Selektive chemische Modifikation von Siliziumnitrid-Oberflächen für neuartige biosensorische Applikationen; 2017

[6] P. Schuehle et.al.: XPS-Kurzbericht, NMI, 2021

Turnkey-Lösungen für die Reinigung und sterile Verpackung

Mit der seit 26. Mai 2021 gültigen, neuen MDR haben sich sowohl bei der Reinigung und Identifizierung Bauteilen für die Medizintechnik als auch der Qualifizierung, Dokumentation und Rückverfolgbarkeit der Prozesse die Anforderungen erhöht. Auf der vom 14. bis 15. September stattfindenden Swiss Medtech Expo in Luzern informiert die SBS Ecoclean Group über innovative, weltweit verfügbare Turnkey-Lösungen für die Reinigung und Verpackung medizintechnischer Produkten, mit denen sich die Vorgaben der MDR und FDA prozesssicher und effizient erfüllen lassen.

Die Herstellung der Produkte erfolgt in unterschiedlichen Fertigungsverfahren wie Ur- und Umformen, Zerspanung, Extrusion, Spritzguss sowie im industriellen 3D-Druck, die partikuläre und/oder filmisch-chemische Rückstände auf der Oberfläche hinterlassen. Diese Kontaminationen, beispielsweise Bearbeitungsmedien, Trennmittel, Partikel, Späne, Grate, Abrieb, Stäube, Fingerabdrücke oder Restpulver, stellen je nach Risikoklasse, in die ein Medizinprodukt eingestuft ist, ein unterschiedlich großes Schädigungspotenziale für Patienten dar und sind deshalb zu entfernen. Durch die neue Medical Device Regulation (MDR) haben sich nicht nur verschiedene Änderungen im Klassifizierungssystem ergeben, sondern auch hinsichtlich der Teilesauberkeit. So werden neben Bioburden und Zytotoxwerten nun auch partikuläre und filmische Verunreinigungen aus den Herstellungsprozessen betrachtet. Geht es um die Prozessvalidierung und -qualifizierung, Bauteilidentifikation sowie Rückverfolgbarkeit, haben sich die Vorgaben ebenfalls erhöht.

Die SBS Ecoclean Group informiert auf der Swiss Medtech Expo in Halle 2, Stand D 2107 über ihr umfassendes und weltweit verfügbares Programm an qualifizierten Reinigungssystemen für die Vor-, Zwischen-, End- und Feinstreinigung in der Medizintechnik. Dabei sorgen speziell für medizintechnische Anwendungen entwickelte Softwarelösungen und RFID-Technologien, Audit-Trail und CFR 21 dafür, dass alle Prozessparameter eingehalten werden und eine lückenlose automatische Betriebsdatenerfassung und Rückverfolgbarkeit gewährleistet sind. Abgerundet wird dieses Portfolio durch Reinraum- und Verpackungslösungen, die bereits validierte Verpackungsmaterialien für Implantate und Instrumente beinhalten. Informationen bietet das Expertenteam der SBS Ecoclean Group auch über die Unterstützung bei der Anlagenqualifizierung gemäß IQ, OQ und PQ, die auf Wunsch Bestandteil des Lieferumfangs sind. D. Schulz

➲ **www.teilereinigung-medizintechnik.de**

Aufruf – Jetzt beteiligen am Benchmark Galvanotechnik

Von Dr.-Ing. Stefan Kölle, Fraunhofer-Institut IPA, Stuttgart

Forschende vom Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA und von der Universität Stuttgart erarbeiten derzeit einen Benchmark zur Energie- und Ressourceneffizienz in der Galvanotechnik. Unternehmen aus der Branche können sich jetzt kostenlos an dem Projekt beteiligen und das eigene Einsparungspotenzial ermitteln lassen.

Die Kosten für Energie und Material sind in der Galvanotechnik sehr hoch und ihr Anteil an den Gesamtkosten wird zukünftig weiter steigen. Gleichzeitig sind die Potenziale zur Reduzierung des Energie- und Ressourceneinsatzes groß und werden bisher kaum ausgeschöpft.; Studien gehen hier von zehn bis 20 Prozent aus. Zudem fördert der Staat Anstrengungen zur Umsetzung von Effizienzmaßnahmen. Das dürfte die Motivation steigern, sich genauer mit Energie- und Ressourceneffizienz auseinanderzusetzen. Fast ein Drittel aller kleinen und mittleren Unternehmen in Deutschland haben sich das Ziel gesetzt, klimaneutral zu werden. Auf dem Weg zur Klimaneutralität ist die Hebung von Energie- und Ressourceneffizienzpotenzialen der erste wichtige Schritt.

Großes Potenzial bei Energie- und Ressourceneffizienz

Da Galvanikbetrieben bislang oft nicht bekannt ist, wie hoch der durchschnittliche Energie- und Ressourcenverbrauch in der Branche ist und wie sie im Vergleich mit anderen Unternehmen dastehen, erarbeitet ein Forschungsteam vom Institut für Industrielle Fertigung IFF und vom Institut für Energieeffizienz in der Produktion EEP der Universität Stuttgart sowie von der Abteilung Galvanotechnik am Fraunhofer IPA, Stuttgart, derzeit einen Benchmark zur Energie- und Ressourceneffizienz in der Galvanotechnik. Mit Hilfe einer großen Datenbasis, die den Energieverbrauch und den Ressourceneinsatz einer Vielzahl von galvanotechnischen Unternehmen erfasst und aufbereitet, soll ein quantifizierbarer Vergleich ermöglicht werden. Diesen Mehrwert sieht auch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) und fördert das Projekt *Benchmark Galvanotechnik* (BenG).

In der ersten, bereits abgeschlossenen Projektphase haben die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler gemeinsam mit zwei Unternehmen für Lohnbeschichtungen eine auf die Galvanotechnik zugeschnittene Methode mit zugehörigem Fragebogen entwickelt. Die beiden Unternehmen brachten sich ein, um den Fragebogen möglichst praxistauglich zu gestalten. Der Benchmark berücksichtigt in der Auswertung explizit die verschiedenen Verbräuche und Ressourceneinsätze unterschiedlicher Beschichtungsverfahren, weil der Energieverbrauch beispielsweise bei der Hartverchromung höher ist als bei der Verzinkung.

Jetzt kostenlos an BenG beteiligen

Die Projektförderung sieht vor, dass sich Unternehmen jetzt kostenlos daran beteiligen können. Sie haben dadurch die Möglichkeit, das eigene Effizienzpotenzial zusammen mit Expertinnen und Experten zu ermitteln und gezielt auszuschöpfen. Außerdem erhalten die teilnehmenden Unternehmen einen individuellen Kurzbericht sowie das anonymisierte Gesamtergebnis in Form einer Studie. Interessenten am Forschungsprojekt BenG werden gebeten, sich per E-Mail zu melden:

➲ **beng@ipa.fraunhofer.de**

Weitere Informationen zum Benchmark Galvanotechnik sind zu finden auf:

➲ **www.ipa.fraunhofer.de/de/referenzprojekte/BenG.html**

Kontakt:

Dr.-Ing. Stefan Kölle, Tel.: +49 711 970-1786,
E-Mail: stafan.koelle@ipa.fraunhofer.de
M.Sc. Ekrem Köse, Tel.: +49 711 970-3624,
E-Mail: ekrem.koese@ipa.fraunhofer.de

(Bild: Fraunhofer IPA/ Rainer Bez)

Fraunhofer IPA

Wir produzieren Zukunft

Das Fraunhofer IPA entwickelt und implementiert nachhaltige Produktionstechnologien. Die Abteilung Galvanotechnik forscht und berät zu Fragestellungen entlang der gesamten industriellen Produktionskette – von der Entwicklung neuer Schichtwerkstoffe und den dazugehörigen Prozessketten über die Umsetzung der industriellen Anlagentechnik bis hin zu Dienstleistungen wie der Schadensfallanalyse.

In dieser Serie zeigen Forscher der Abteilung, wie den Herausforderungen der Branche in Zukunft begegnet werden kann.

Ansprechpartner

Dr.-Ing. Martin Metzner
Abteilungsleiter Galvanotechnik,
Fraunhofer IPA, Stuttgart
➲ www.ipa.fraunhofer.de/galvanotechnik

Ambitionierte Klimaschutzziele: Funktionelle Oberflächen helfen, sie zu erreichen

Teil 2 des Berichts über das 42. Ulmer Gespräch der Deutschen Gesellschaft für Galvano- und Oberflächentechnik (DGO) vom 3. bis 6. Mai

Zum online-Artikel

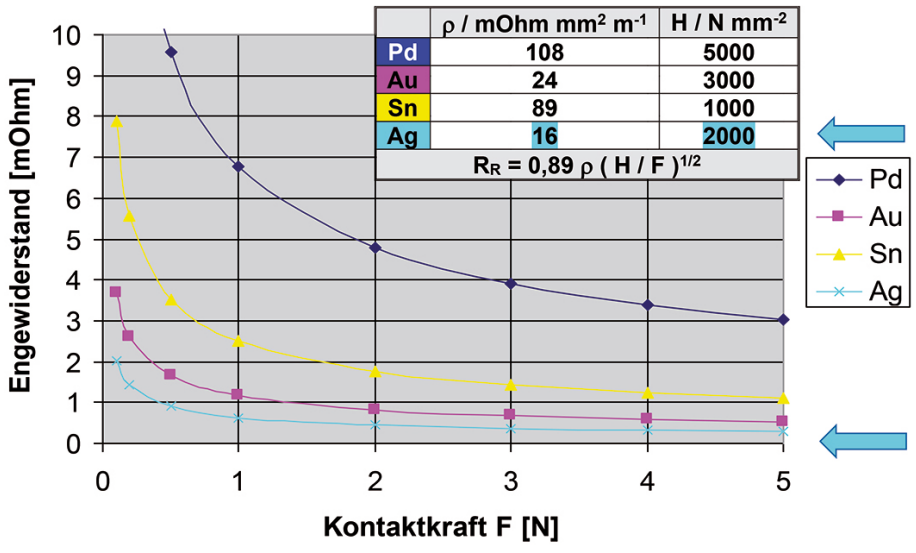
Aktuell findet ein deutlicher Umbruch in der Automobilbranche statt. Am auffälligsten wird dies bei der Antriebsart für Fahrzeuge in Form von Elektromotoren, die mit einer stärken Nutzung von elektrischen Sensoren und IT-Technik begleitet wird. Änderungen finden aber auch im Bereich der dekorativen Elemente statt durch die Abkehr von Chromoberflächen aus den bisher genutzten Chrom(VI)elektrolyten hin zu den Chrom(III)systemen. Bei diesen erfolgen derzeit vor allem noch Anpassungen der Farbe sowie der Schutzeigenschaften. Ein interessantes Thema im Bereich der Galvanotechnik ist auch die Nutzung von Simulationsverfahren zur Unterstützung und Verbesserung der Prozessführung. Dies soll zukünftig eine Steigerung der Qualität von galvanischen Schichten ermöglichen sowie zu einer weiteren Einsparung von Energie und Rohstoffen führen.

Steckverbinder in der Elektromobilität

Ein Bereich, mit dem sich Dr. Helge Schmidt bei der TE Connectivity Germany GmbH befasst, sind die elektrischen Verbindungen in Fahrzeugen und die Anforderungen an diese Bauteile. Die Fahrzeugtechnologie unterliegt aktuell Veränderungen durch den Wandel vom Verbrennungsmotor hin zum Elektromotor sowie durch die Entwicklungen hin zum automatisierten Fahren. Der Datenverkehr im Fahrzeug wird dadurch immer wichtiger. Zudem werden künftige Fahrzeuge eine sichere Hochstromversorgung benötigen. Daraus erwachsen umfangreiche Anforderungen an die Eigenschaften der Verbindungen beziehungsweise an die eingesetzten Materialien.

In diesem Bereich wird bisher vor allem mit Gold/Palladium und Zinn gearbeitet, in zunehmendem Maße aber auch mit Silber und Silberverbindungen, für die die Eigenschaftsbereiche Reibung, Temperaturstabilität, elektrische Leitfähigkeit und Korrosionsbeständigkeit im Vordergrund stehen. Besonders wichtig ist die Fähigkeit zur Herstellung eines elektrischen Kontakts, für die vor allem die Härte des Werkstoffs sowie die aufzubringende Kontaktkraft eine Rolle spielen. Für diese Anforderungen eignen sich Silber und Silberverbindungen sehr gut. Daher wird zu diesem Zweck auf galvanischem Wege Silber auf die Kontaktstellen abgeschieden. Silber bildet in diesen Schichten ein relativ grobkörniges Gefüge mit Korndurchmesser im Bereich der Schichtdicke von wenigen Mikrometern. Da Silber im abgeschiedenen Zustand zum Kaltverschweißen neigt, müssen Passivierungen (Thiole) aufgebracht werden. Diese zeigen allerdings eine begrenzte Lebensdauer, so dass nach einer gewissen Gebrauchsdauer mit der Bildung von Silbersulfid und infolgedessen mit einer schlechteren Kontaktierung zu rechnen ist. Auch die Abscheidung von Hartsilber liefert keine dauerhaft funktionsfähigen Schichten, da Silber relativ schnell rekristallisiert und weich wird.

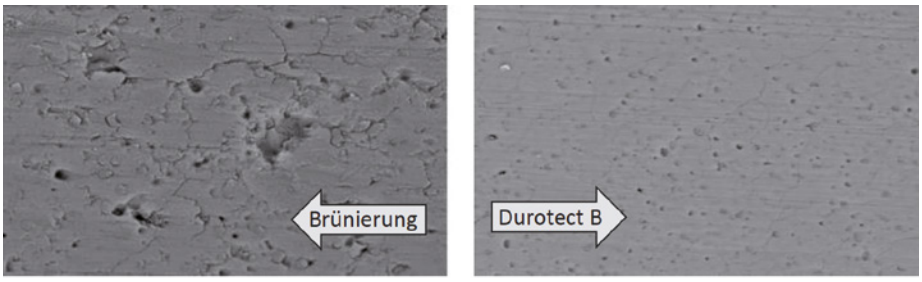
Dabei ist nach den verschiedenen Schichtarten zu unterscheiden; durch die Abscheidung von Silber-Legierungsschichten oder den Einbau von Zusatzstoffen sind härtere Schichten möglich. Am Beispiel einer harten Silberlegierung zeigte der Vortragende den Verlauf des Widerstands in Abhängigkeit von der aufgebrachten Kontaktkraft sowie den Reibverschleiß. Günstigere Ergebnisse wurden bei einer Silber-Dispersionsschicht für den Kontaktwiderstand gemessen, die allerdings schlechte Reibwerte aufweist. Deutlich günstiger ist die Situation bei der Verwendung von Schmierstoff im Dispersionsstoff. In der Praxis zeigen sich dann zum Beispiel Oberflächenschäden bei Ladebuchse mit Silberschichtdicken von bis zu 40 µm auch deutlich unter den geforderten 10 000 Steckzyklen, während bei Dispersionsschichten (z. B. mit einem optimierten Schmierstoff) auch nach 50 000 Steckzyklen kein Durchrieb der Kontaktfläche festzustellen ist.



Kontaktwiderstand in Abhängigkeit von der Normalkraft für Zinn, Silber, Gold und Palladium (Bild: H. Schmidt)

Chemische Beschichtung im Antriebsstrang

Wie Christian Meier von der Schaeffler Technologies AG eingangs ausführte, stehen bei der klassischen Brünierung die Reibungsminimierung, ein kurzzeitiger Korrosionsschutz, die Optik sowie der Kostenaspekt im Vordergrund. Für den aktuellen und zukünftigen



Oberflächenstruktur bei der klassischen Brünierung und dem Verfahren Durotect (Bild: Ch. Meier)

Einsatz dieses Verfahrens sind jedoch Weiterentwicklungen zu den bisherigen, geringen Kosten erforderlich, mit denen die Oberflächen ein verbessertes Einlaufverhalten, eine bessere Verschleißbeständigkeit und geringe Reibung erreichen sowie die Schädigung des Grundwerkstoffs vermieden wird. Erzielt wurde dies, indem die verwendeten Chemikalien und die Anlagentechnik im Hinblick auf definierte Prozesszeiten und engere Arbeitstemperaturen optimiert wurden. Die Werkstoffoberfläche zeigt hierbei eine geringere Rauheit aufgrund eines geringeren Korngrenzenangriffs und gleichbleibende Schichtdicken.

Bauteile mit diesen Schichten eignen sich auch für den Einsatz in Windkraftanlagen, bei dem bisher Stromfluss Oberflächenschäden erzeugt hat. Für den Einsatz in der Automobiltechnik führen diese verbesserten Eigenschaften dazu, dass die Schicht auch für Getriebekomponenten in Elektrofahrzeugen mit Vorteilen eingesetzt werden kann. So treten mit dem neuen Brünierverfahren keine Oberflächenschäden mehr durch Öl auf.
Ein weiteres Beispiel ist die Beschichtung von Radlagern, die in zunehmendem Maße in montiertem Zustand und zudem teilweise nur partiell beschichtet werden müssen. Zum Einsatz kommen hierfür Zinklamellenbeschichtungen unter Einsatz von Robotern mit mehreren Sprühdüsen zur Realisierung von geringen Schichtdickentoleranzen. Mit der Beschichtung werden Korrosionsbeständigkeiten von bis zu 720 Stunden im Salzsprühnebeltest gemäß DIN 9227 erzielt.
Im Bereich der Antriebstechnik befasst sich Schaeffler mit der Herstellung von Brennstoffzellen und Teilen von Brennstoffzellen. Dazu zählen unter anderem metallische Bipolarplatten. Diese müssen eine hohe Korrosionsbeständigkeit und einen niedrigen Übergangswiderstand aufweisen und sind für mehr als 5000 Betriebsstunden ausgelegt.

Lesen Sie weiter unter womag-online.de

WOMag-online-Abonnenten steht der gesamte Beitrag zum Download zur Verfügung. Die weiteren Tagungsthemen des Berichts sind die Farbe von dekorativen Chromoberflächen sowie in drei Beiträgen der Einsatz von Simulationen in der Galvanotechnik.
Der Gesamtumfang des Beitrags beträgt 4 Seiten mit 7 Abbildungen.

ECHA-Gremium beurteilt FGK-Substitutionsplan als glaubwürdig

Gemäß den Forderungen der EU-Kommission hat auch der Fachverband Galvanisierte Kunststoffe (FGK) als Antragsteller auf die Autorisierung von Chromtrioxid für die Kunststoffgalvanisierung 2020 einen Substitutionsplan bei der ECHA eingereicht. Dabei handelt es sich um einen umfangreichen Projekt- und Zeitplan, der den Weg bis zum potenziellen Ersatz des zu autorisierenden Stoffs durch eine geeignete Alternative darstellt. Das zuständige ECHA-Gremium hat den Plan nun bewertet und folgt vollumfänglich den Ausführungen und Argumenten des FGK.

Die Autorisierung von Chromtrioxid für die Verwendung in der Oberflächentechnik zieht sich nun schon über viele Jahre über das ursprüngliche Sunset Date September 2017 hinaus. Bis auf einzelne Autorisierungen, insbesondere für spezielle industrielle Anwendungen und Einzelanträge aus der Santärindustrie, ist erst Ende 2020 eine Entscheidung von allgemeinerer Bedeutung gefallen. Es handelt sich um die Autorisierung von verschiedenen beantragten Verwendungen (USEs) des Chemservice Downstream-Antrags, darunter die Formulierung von chrom(VI)haltigen Gemischen (USE 1), die funktionelle Verchromung (USE 2) und die Passivierung (USE 5). Nachgeschaltete Nutzer können unter Verweis auf die vorliegende Genehmigung und unter Einhaltung der zugehörigen Auflagen Chromtrioxid in ihren Prozessen einsetzen.

Anforderung von Substitutionsplänen

Für die Verwendung von Chromtrioxid bei der funktionellen Verchromung mit dekorativem Charakter (Use 3 des Chemservice-Antrags) hat sich das Verfahren dagegen nochmals verzögert. Auslöser war das sogenannte Bleichromat-Urteil, in dem Anfang 2019 eine Autorisierungsentscheidung der EU-Kommission durch den Europäischen Gerichtshof (EuGH) für unzulässig erklärt wurde, da die Beurteilung der Verfügbarkeit von möglichen Alternativen nicht entsprechend der EU-Vorgaben durchgeführt worden sei. Als Reaktion darauf hat die EU-Kommission Anfang 2020 die nachträgliche Erstellung von sogenannten Substitutionsplänen für eine größere Zahl bereits eingereichter Autorisierungsanträge eingefordert. Bei deren beantragten Verwendungen bestand die Vermutung, dass es geeignete Alternativen zur Verwendung des SVHC geben könnte, und die Antragsteller daher eine Substitutionsplanung vorzulegen hätten. Neben Downstream-Anträgen der Chemservice GmbH und des HAPOC-Konsortiums war auch der gemeinsam von FGK-Unternehmen gestellte Antrag für die Kunststoffgalvanisierung für Automotive-Anwendungen von dieser Nachforderung betroffen.

Alle Antragsteller haben daraufhin entsprechende Substitutionspläne erstellt und noch 2020 bei der ECHA eingereicht. Im Zuge der Erstellung haben die FGK-Fachleute den aktuellen Reifegrad von möglichen Alternativen zum Einsatz von Chromtrioxid in der Kunststoffvorbehandlung und der eigentlichen Metallisierung (Verchromung) erneut umfassend bewertet und den Entwicklungsstand auch bei Verfahrensentwicklern und weiteren Stakeholdern abgefragt.

Unter Berücksichtigung der individuellen Unternehmenssituationen sowie zusätzlicher, für die Umstellung relevanter Bedingungen wie Produktlebenszyklen und Freigabeprozesse, wurde ein entsprechender Zeitplan für die Substitution erstellt. Für die Verchromung ergibt sich, dass im Laufe von circa acht Jahren alle Anlagen der beteiligten Unternehmen auf den Einsatz von Chrom(III)-elektrolyten umgestellt sein werden. Für die Umstellung der Vorbehandlung auf Alternativverfahren wird – aufgrund des geringeren Reifegrades, der daher noch zu leistenden Entwicklungsarbeiten sowie eines komplexeren Freigabe- und Umstellungsprozesses – ein Zeitraum von 13 Jahren für die vollständige Substitution benötigt.

Hervorzuheben ist, dass sich der Verbrauch von Chromtrioxid in den FGK-Unternehmen bereits ab 2022 schrittweise reduzieren wird, sobald erste nennenswerte Produktionsmengen auf die dreiwertige Verchromung umgestellt worden sind und nachfolgend erste Alternativverfahren in der Vorbehandlung zum Serieneinsatz kommen.

Stellungnahme des ECHA-Gremiums zu eingereichtem Substitutionsplan

Mittlerweile hat nun auch das mit der Evaluierung des Substitutionsplans beauftragte ECHA-Gremium, der Ausschuss für sozioökonomische Analysen (SEAC), seine vorläufige Stellungnahme erstellt. In seiner Bewertung folgt der Ausschuss vollumfänglich den Ausführungen und Argumenten der Antragsteller und stuft den Plan als *credible* (glaubwürdig) ein. Dies gilt sowohl für die Bewertung der Verfügbarkeit von Alternativen, die Faktoren, die eine Substitution beeinflussen, als auch für die darauf gründende Zeitplanung. Positiv bewertet wird zudem das Monitoringkonzept, das neben der Nachverfolgung des Projektfortschritts auf Unternehmensebene ein übergeordnetes Tracking auf Verbandsebene vorsieht.

In seiner den Antragstellern vorliegenden vorläufigen Beurteilung geht der SEAC zunächst darauf ein, dass 2017 RAC als auch SEAC übereinstimmend eine Review-Frist von zwölf Jahren für den Antrag als gerechtfertigt ansahen. Die Bewertung des Substituti-

AIRTEC MUEKU GMBH
ENERGIE EFFIZIENZ made in Germany
Wir schließen Ihren Energiekreislauf
Lufttechnische Anlagen
Abluftreinigung
Ventilatoren
Wärmerückgewinnungssysteme
Prozesskühlung
Modernisierung bestehender Anlagen
AIRTEC MUEKU GmbH
Im Ganzacker 1
56479 Elsoff / Germany
+49 (0) 2664 / 997386-0
info@airtec-mueku.de
www.airtec-mueku.de

onsplans in 2021 sei jedoch vollkommen unabhängig und ohne weitere Berücksichtigung des ursprünglichen Antrags erfolgt und insofern als zusätzlicher, komplementärer Baustein für die Entscheidungsfindung anzusehen.

Bewertung anhand von Kriterienliste

Nach einer Zusammenfassung der wesentlichen Elemente des eingereichten Substitutionsplans folgt eine Bewertung dieser unter folgenden Gesichtspunkten:

– Struktur des Substitutionsplans
– Kategorisierung der Verwendungen
– Repräsentativität des eingeholten Feedbacks (Umfrage)
– die Substitution beeinflussende Faktoren
– Vollständigkeit der Informationen und Zeitpläne

Der Ausschuss bewertet den Plan als sehr gut strukturiert und hebt hervor, dass die Antragsteller die F&E-Aktivitäten, die seit der ursprünglichen Antragstellung 2016 durchgeführt wurden, transparent dargestellt haben. Auch seien die zur Verfügung gestellten Informationen zu möglichen Alternativen sowie die Möglichkeiten und Herausforderungen im Zusammenhang mit einer Substitution übereinstimmend mit den dazu öffentlich verfügbaren Informationen präsentiert.

Die Einreichung zweier unterschiedlicher Substitutionspläne für die Vorbehandlung und die Verchromung sei nachvollziehbar, da damit klar definierte und ausreichend enge Anwendungsbereiche beschrieben seien.

Der gemeinsame Substitutionsplan der Antragsteller basiert auf den individuellen Planungen der beteiligten Unternehmen, die durch das Expertenteam des FGK konsolidiert wurden. Für die Vorbehandlung wurde zudem das Feedback von Anbietern alternativer Verfahren in Bezug auf technische Aspekte und den Entwicklungsstand eingeholt, um die eigenen Bewertungen und Schlussfolgerungen aus den bisher durchgeführten Ringversuchen nochmals zu verifizieren. Der SEAC bewertet den strukturierten Ansatz des FGK als klar und transparent. Der vorgelegte Substitutionsplan erlaube der SEAC die Diskussion und Bewertung der Substitutionssituation. Der Ausschuss stellt fest, dass die Kommentierungen des Plans während der Konsultationsphase überwiegend die Einschätzung der Antragsteller stützen. Der SEAC hat keine Zweifel, an der Repräsentativität der vorgelegten Informationen.

Auch die Hauptfaktoren, die die Substitution beeinflussen, sind aus Sicht des Ausschusses klar und transparent dargestellt und durch konkrete Beispiele belegt. Überwiegend handelt es sich dabei um technische, finanzielle und praktische Aspekte, die im Zuge der Umsetzung der Substitution noch gelöst werden müssen. Der SEAC erkennt an, dass die Erfüllung der Kundenanforderungen und die Akzeptanz durch den OEM zu den wesentlichen Faktoren gehören und sich diese nicht rein auf die optischen Eigenschaften reduzieren lassen.

Unter dem letzten Bewertungsgesichtspunkt wird die transparente, auf fünf Phasen aufgeteilte Zeitplanung der Substitution durch den Ausschuss hervorgehoben. Er erkennt an, dass die Umstellung auf alternative Prozesse in einzelnen Unternehmen schneller zu realisieren ist als in anderen. Der Fortschritt bei der Umsetzung des Substitutionsplans lässt sich auch aus den Chromtrioxid-Verbrauchsdiagrammen ablesen, die die Antragsteller dem Plan hinzugefügt hatten. Bereits 2024 wird der prognostizierte Verbrauch demnach um 25 Prozent zurückgegangen sein.

Die aufgeführten Argumente, die zu unterschiedlichen Umstellungsgeschwindigkeiten in den Unternehmen führen, sind für den Ausschuss nachvollziehbar. Im Übrigen würden die Rückmeldungen der verschiedenen Stakeholder, die im Zuge der öffentlichen

IONPURE

Kompaktanlage für die perfekte Chrom(III)-Elektrolytpflege

OT ZVO-OBERFLÄCHENTAGE HYBRID EDITION
BERLIN
23.-24.09.2021
Kongress für Galvano- und Oberflächentechnik
Wir stellen aus
Stand Nr.:
27

- Vollautomatisches System
- Selektive Extraktion von metallischen Verunreinigungen
- Ionenaustauscher mit automatischer Regenerierung

Kleinster Einsatz - Größter Nutzen
Haben wir Ihr Interesse geweckt?
Kontaktieren Sie uns!

siebec
SIEBEC GmbH
06126 93840
info@siebec.de

Wir können noch mehr: www.siebec.com
Filtration, Transfer und Reinigung von Flüssigkeiten

Konsultation abgegeben wurden, die vorgelegte Zeitplanung bestätigen. Entsprechend kommt SEAC zu dem Schluss, dass die zur Verfügung gestellten Informationen und der damit verbundene Zeitplan vollständig sind.
Der übergeordnete, mit dem Substitutionsplan abgegebene Zeitplan für die Umstellung auf Chromtrioxid-freie Prozesse umfasst Umstellungsszenarien von insgesamt mehr als 30 Galvaniklinien. Jede einzelne dieser Linien muss im Zuge der Substitution umfangreich umgebaut werden, nachdem zuvor die entsprechende technische Planung und Genehmigung erfolgt sein muss. In Einzelfällen ist aufgrund baulicher oder anlagentechnischer Beschränkungen auch ein Anlagenneubau erforderlich. Im Kernzeitraum der Umstellungsphase ab 2023 bis 2030 ergeben sich statistisch mehr als vier Anlagenumbauten pro Jahr. Diese Zahlen machen deutlich, wie außerordentlich herausfordernd die Aufgabe ist, der sich die Unternehmen stellen.
Umso mehr freut es die Antragsteller, dass das Expertengremium der ECHA, die Planung und die ihr zugrundeliegenden Daten nachvollzogen und vollumfänglich bestätigt hat. Damit folgt das Gremium auch der Einschätzung der Antragsteller zur technischen Reife der alternativen Prozesse. Insbesondere für die Vorbehandlung sind noch wesentliche Entwicklungsfortschritte notwendig, um sich als tragfähige Alternative für den Großteil des relevanten Produktportfolios der Antragsteller zu qualifizieren. Dass die deutschen Kunststoffgalvaniken den Weg der Substitution gehen werden, daran lässt das mit dem Umstellungsplan abgegebene Commitment keinen Zweifel.
Die SEAC-Bewertung wird nun zusammen mit den Substitutionsplänen der EU-Kommission zur Verfügung gestellt, so dass diese dann zu einer Entscheidung über die anhängigen Autorisierungsanträge kommt. Die positive Beurteilung durch SEAC ist dabei nach Einschätzung des FGK ein wichtiges, unterstützendes Element für eine Autorisierung.
Neben dem FGK-Substitutionsplan hat der Ausschuss noch weitere Substitutionspläne sowie neu eingereichte Autorisierungsanträge für die Verwendung von Chromtrioxid in der Kunststoffverchromung beurteilt. Bei allen Neuanträgen folgt das Gremium den Antragstellern und empfiehlt für diese seinerseits Review-Perioden von in der Regel zwölf Jahren. Die nachgereichten Substitutionspläne der Einzelantragsteller und kleineren Konsortien wurden ebenfalls als glaubwürdig (credible) eingestuft.
Lediglich die Beurteilung der Substitutionspläne von großen Downstream-Konsortien (Chemservice und andere) durch den SEAC fiel negativ aus. Hier ist es den Antragstellern nach Ansicht des Gremiums nicht gelungen darzustellen, dass der Plan repräsentativ für die nachgeschalteten Anwender ist. Außerdem ginge das Konsortium nicht ausreichend auf die individuellen Unternehmenssituationen ein. Die kritisierten Punkte liegen jedoch im Wesen eines übergeordneten Downstream-Antrags. Somit wird das gesamte Konzept von Downstream-Anträgen, die bei Einführung von REACh noch ausdrücklich von Behördenseite empfohlen wurden, in Frage gestellt.
Unabhängig davon geht der FGK davon aus, dass die EU-Kommission bei ihrer nun anstehenden Entscheidung die Verschiedenheit der vorliegenden Anträge berücksichtigt und sie dem jeweiligen Rat der eigenen EU-Experten folgt. Eine Entscheidung wird im Verlauf des zweiten Halbjahres 2021 erwartet.
Seit mittlerweile deutlich mehr als zehn Jahren haben der FGK und dessen Mitgliedsunternehmen gemeinsam mit den Lieferanten die Entwicklung von alternativen Verfahren mit großem Engagement begleitet und vorangetrieben. Dieses Engagement unterstreicht den Anspruch der FGK-Mitglieder, technologisch führend voranzugehen und auf Basis fundierter, eigener Kenntnisse neue Verfahren und Prozesse zu beurteilen. Damit leistet der FGK einen wichtigen Beitrag auf dem Weg zu einer technisch ausgereiften und im Serienmaßstab darstellbaren chromtrioxidfreien Verchromung von Kunststoffen.
➲ **https://fgk.zvo.org**

Zink-Thermo-Diffusion erhöht Korrosions- und Verschleißfestigkeit

Ebbinghaus Verbund bietet mit der ZTD-Technologie einen ausgezeichnetes Beschichtungsverfahren für unterschiedlichste Materialien für hohe Anforderungen

Um Bauteile vor Korrosion zu schützen werden heute meist Verfahren wie beispielsweise Feuerverzinken, Spritzverzinken, galvanisches Verzinken oder Beschichten mit Zinklamellen eingesetzt. Ein weiteres Verfahren findet durch die Aufwertung der Verfahrenstechnik in den letzten Jahren zunehmend Beachtung. Die sogenannte Zink-Thermo-Diffusion (ZTD) zeigt viele Vorteile gegenüber herkömmlichen Korrosionsschutzverfahren und ist für die Beschichtung von unterschiedlichen Werkstoffen, wie unlegierter Stahl, Edelstahl, Kupfer, Gusseisen, Sintermetalle und Titan sowie Titanlegierungen geeignet. Ebbinghaus Verbund besitzt ein Patent für das ZTD-Verfahren in Kombination mit einer induktiven Beheizung und hat in seinem Technikum in Solingen die Zink-Thermo-Diffusion mit unterschiedlichsten Materialien erfolgreich getestet.
Gründe, die für eine Beschichtung durch das Zink-Thermo-Diffusion-Verfahren sprechen, können vielfältig sein. So ist bei der ZTD die Wasserstoffversprödung prozesstechnisch ausgeschlossen, was besonders bei sicherheitsrelevanten und vergüteten Bauteilen, die oft hohen dynamischen Belastungen ausgesetzt sind, wichtig ist. Die Härte der Schichten (300 bis 500 HV) ist zum Beispiel höher als bei Zinklamellenschichten, Feuerverzinkung sowie einigen galvanischen Zinkschichten und führt damit zu einer hohen Verschleißfestigkeit. Dies ist bei Werkstoffen von Vorteil, die hohen mechanischen Belastungen ausgesetzt sind. Auch Werkstoffe wie Gusseisen oder Kupfer erhalten so eine härtere, verschleißfestere Oberfläche und nebenbei wird auch die Korrosionsbeständigkeit verbessert.
Die mittels Zink-Thermo-Diffusion hergestellten Schichten besitzen eine raue Oberfläche, die sich durch den Prozess steuern lässt und somit eine gute Haftung für andere, nachfolgende Beschichtungen – Top Coats – bietet. Für spezielle Deckschichten kann die Thermodiffusionsschicht dadurch als Haftvermittler dienen. Kommt die ZTD-Technologie zum Beispiel bei Verschraubungen zum Einsatz, kann die rauere Oberfläche einer Lockerung der Schrauben entgegenwirken, besonders wenn diese Vibrationen ausgesetzt sind.

Zink-Thermo-Diffusion für unterschiedliche Materialien und Formen (Bild: Ebbinghaus Verbund)

Die im Vergleich zum Feuerverzinken relativ niedrige Prozesstemperatur von 350 °C bis 400 °C beim ZTD-Verfahren gewährleistet, dass Eigenschaften durch vorangegangene Vergütungsprozesse nicht beeinflusst werden. Außerdem passen sich die hiermit erzeugten Zinkschichten sehr gut an die Konturen komplexer Bauteile an.
Häufig spielen bei der Entscheidung für das ZTD-Verfahren mehrere der hier genannten Vorteile eine Rolle. Ein Beispiel: Vergütete Federn müssen bei sicherheitsrelevanten Anwendungen frei von Wasserstoff sein, um eine Wasserstoffversprödung zu vermeiden. Gleichzeitig dürfen deren mechanische Eigenschaften nach dem Vergütungsprozess durch den Verzinkungsprozess nicht beeinflusst beziehungsweise rückgängig gemacht werden. Da eine technische Feder eine komplexe Form hat, muss bei dem Verzinkungsprozess außerdem gewährleistet werden, dass sich die Zinkschicht gleichmäßig den Konturen des Bauteils anpasst. Weder galvanisches Verzinken noch das Feuerverzinken sind hier nach den Erfahrungen von Ebbinhaus geeignet, da sie nicht alle Anforderungen gleichzeitig abdecken können. Die Zink-Thermo-Diffusion bietet sich hier als Alternative an, da alle gewünschten Eigenschaften für vergütete Federn durch dieses Verfahren gewährleistet werden: Es findet keine Wasserstoffversprödung statt, die mechanischen Eigenschaften bleiben unbeeinflusst und es sind keine Nachbearbeitungen durch ungleichmäßige Zinkschichten notwendig, die zu höheren Kosten in der Produktion führen würden.

Über Ebbinghaus Verbund

Seit 1923 steht Ebbinghaus für die hochwertige organische Beschichtung von metallischen Oberflächen in unterschiedlichen Industriebereichen. Unter dem Dach der Ebbinghaus Verbund Management- und Dienstleistungs GmbH mit Sitz in Solingen arbeiten Unternehmen, wie zum Beispiel die Ebbinghaus Styria Coating GmbH in Graz und die Oftec Oberflächentechnik GmbH & Co. KG in Hagenbach. Hier werden Teile durch Verfahren wie KTL-Beschichtung, Nasslackierung oder PVC-Beschichtung veredelt. Darüber hinaus entwickelt Ebbinghaus Verbund Betreibermodelle für organische Überzüge auch mit Lohnbeschichtungen, Machbarkeitsprüfungen und Marktuntersuchungen sowie Anlagen und Werkplanungen für interne und externe Kunden. Im eigenen Technikum werden die bestehenden Verfahren ständig weiterentwickelt und neue Oberflächenlösungen erforscht.

➲ www.ebbinghaus-verbund.de

WTK 2021: Aktuelle Forschungsergebnisse zu Werkstoffen und Oberflächen

Zum online-Artikel

Das 21. Werkstofftechnische Kolloquium WTK an der Technischen Universität Chemnitz am 24. März bot im Bereich der Beschichtungen Einblick in neue Ansätze für die hochinteressante Technologie der plasmaelektrischen Oxidation, die insbesondere den Grundwerkstoffen Aluminium und Magnesium außerordentliche positive Oberflächeneigenschaften verleiht. Bei den Beschichtungen zeigen vor allem Legierungsabscheidungen verbesserte Beständigkeiten gegen Korrosion und Verschleiß. Die thermisch gespritzten Beschichtungen erlauben vielfältige Werkstoffkombinationen, wobei sowohl metallische Schichten als auch keramische Schichten (Oxide, Karbide, Nitride) Verwendung finden. Neben dem Schutz gegen Verschleiß müssen diese gute Korrosionsbeständigkeiten aufweisen.

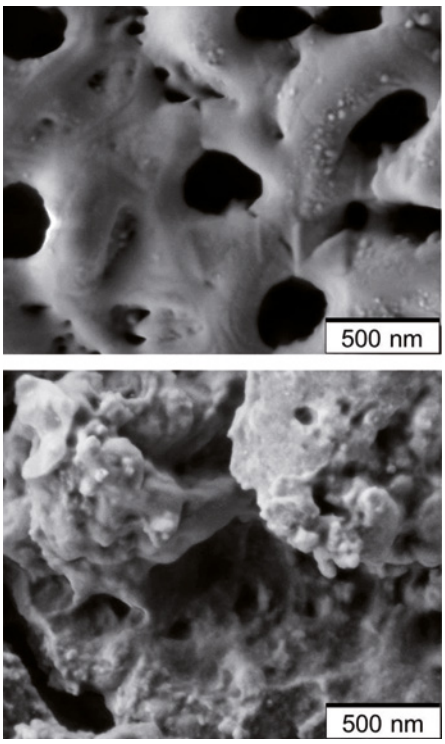
Fortsetzung aus WOMag 6/2021

Elektrochemische Beschichtungen

Plasmaelektrolytische Oxidation von Aluminium

Roy Morgenstern, TU Chemnitz, stellte die Ergebnisse einer Arbeit zur plasmaelektrolytischen Oxidation von Aluminium in Elektrolyten auf Basis von Acrylat und Benzoat vor, mit deren Einsatz Polymere an der Oberfläche gebildet und in die Schicht mit eingebaut werden sollen. Die eingesetzten Elektrolyte enthielten 4 % Natriumacrylat beziehungsweise 10 % Natriumbenzoat. Die Anodisation wurde bei einer Stromdichte von 0,25 A/cm² und einer Pulsfrequenz von 50 Hz für 30 s bis 90 s mit anodischem Pulsstrom durchgeführt. Die hergestellten Schichten zeigten die zu erwartende poröse Struktur, wobei die Schichten aus dem Benzoatelektrolyten eine rauere Mikrostruktur aufwiesen.

In den Konversionsschichten konnte ein deutlich erhöhter Gehalt an Kohlenstoff an der Oberseite des Oxids festgestellt werden. Bei diesen Zonen handelt es sich nach Feststellung der Forschenden um anhaftende, neue organische Verbindungen. In zukünftigen Forschungsarbeiten sollen die neu gebildeten organischen Verbindungen identifiziert und ihre Eignung zur Haftvermittlung von Polymeren bewertet werden.

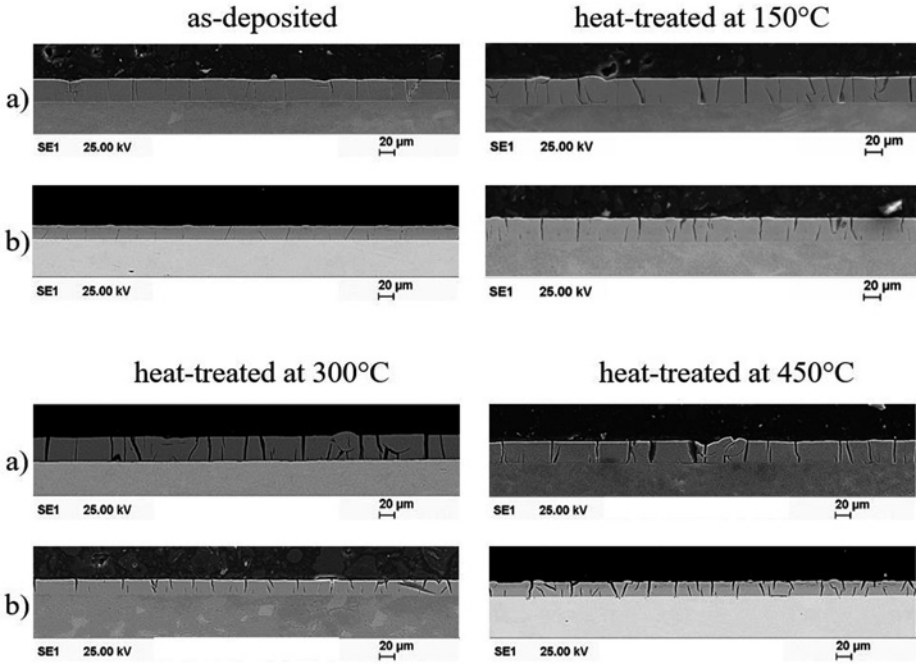


Oberflächenstruktur der Oxidschicht aus Elektrolyten mit Natriumacrylat (oben) und Natriumbenzoat (unten) (Bild: R. Morgenstern)

Galvanisch abgeschiedene FeCrNi- und FeCr-Legierungen

Das Galvanisieren von Eisen-Chrom- und Eisen-Nickel-Chrom-Schichten ist eine wirtschaftliche Alternative zu Hartchromschichten aus Chrom(VI)elektrolyten. In einer Arbeit von Vanessa Meinhold und Kollegen der TU Chemnitz wurden Eisen-Chrom- und Eisen-Nickel-Chrom-Schichten aus Chrom(III)elektrolyten galvanisch abgeschieden, wobei sowohl Gleichstrom als auch Pulsstrom zum Einsatz kamen und Schichten von mehr als 50 µm Dicke hergestellt wurden. Die abgeschiedenen Schichten zeigen eine gleichmäßige, helle Oberfläche mit einer silbergrauen Farbe, so dass diese auch für dekorative Anwendungen geeignet sein könnten.

Diese Schichten wurden bei unterschiedlichen Temperaturen wärmebehandelt (150 °C, 300 °C, 450 °C und 600 °C), um deren Eigenschaften bezüglich Rekristallisation, Phasenbildung sowie Elementverteilung zu ermitteln. Beide Schichtsysteme zeigen eine



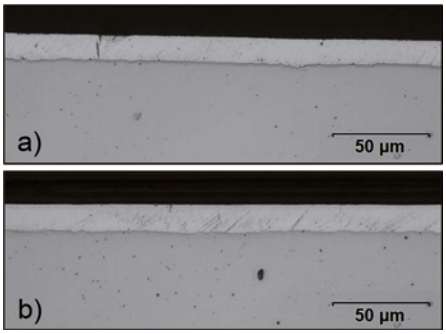
Querschliffe der abgeschiedenen Schichten (a: Eisen-Chrom; b: Eisen-Nickel-Chrom) im Abscheidezustand und nach Wärmebehandlung (Bild: V. Meinhold)

röntgenamorphe Struktur bis zu einer Temperatur von 300 °C, die ab einer Temperatur von 450 °C zur Rekristallisation führt. Zu einem gewissen Anteil werden organische Zusätze des Elektrolyten in die Schichten eingebaut, die sich wiederum ab einer Temperatur von 600 °C zersetzen. Der dabei frei werdende Sauerstoff führt nach den Erkenntnissen der Forschenden zur Bildung von Chromoxid in der Schicht. Darüber hinaus erhöhen sich durch das Zersetzen der eingebauten organischen Additive die Anteile an Kohlenstoff und Stickstoff in den Schichten.

Die Wärmebehandlungen verstärken ein unerwünschtes Risswachstum. Es ist davon auszugehen, dass vorhandene Eigenspannungen in den Schichten durch die Temperaturbehandlung verstärkt werden. Diese Eigenspannungen könnten sich vorteilhaft auf das Verschleißverhalten auswirken und zu einer Erhöhung der Härte führen. Die Forschenden gehen davon aus, dass eine Verlängerung der Dauer der Wärmebehandlung zu duktileren Schichten führen und so den Nachteil der Rissbildung zu einem gewissen Grad ausgleichen kann.

REACh-konforme Abscheidung von Zink-Wolfram und Zink-Wolfram-Kupfer

Auf der Basis von thermodynamischen Berechnungen wurde ein REACh-konformes, neues Elektrolytsystem zur elektrochemischen Abscheidung von Legierungsschichten aus Zink-Wolfram und Zink-Wolfram-Kupfer von Roy Morgenstern, TU Chemnitz, und Kollegen entwickelt, also ohne Stoffe, die als



Querschliff durch galvanisch abgeschiedenes Zink-Wolfram (oben) und Zink-Wolfram-Kupfer (unten) (Bild: R. Morgenstern)

bedenklich im Sinne von REACh eingestuft werden. Die dafür erforderlichen Komplexbildungskonstanten wurden durch potentiometrische Titrationen bestimmt.

Die hergestellten Zink-, Zink-Wolfram- und Zink-Wolfram-Kupfer-Schichten zeichnen sich durch ein dekoratives Erscheinungsbild, eine hohe Gleichmäßigkeit, eine nanokristalline Struktur und eine natürliche Passivierung bei der Belichtung in der Klimakammer aus. Es zeigte sich, dass zinkreiche Zink-Kupfer-Legierungsschichten (Messing) aus einem cyanidfreien Elektrolyten abgeschieden werden können und dass die induzierte Mitabscheidung von Wolfram nicht nur mit der Abscheidung von Elementen der Eisengruppe möglich ist. Geeignete Elektrolytsysteme basieren auf Apfelsäure, die sich über den pH-Wert gut an die unterschiedlichen Metallionenkonzentrationen für Kupfer oder Zink anpassen lassen. Im Stabilitätsbereich der Apfelsäurekomplexe bei pH 6 wurde eine ausreichende Komplexierung der Metallionen ohne Bildung unlöslicher Hydroxide erreicht. Durch die Zugabe von weiteren Elektrolytkomponenten wie Aufheller, Netzmittel und pH-Puffer wurden nanokristalline Beschichtungen mit hoher Homogenität und Kompaktheit erreicht.

Alle Zink- und Zinklegierungsschichten aus dem neuen Apfelsäure-Elektrolyten zeichnen sich durch einen hohen Glanz und eine leicht gelbliche Farbe aus. Die Zink-Wolfram-Schicht weist den höchsten Glanz und eine Farbe auf, die mit bereits etablierten alkalischen Zink-Eisen-Schichten vergleichbar ist.

Lesen Sie weiter unter womag-online.de

WOMag-online-Abonnenten steht der gesamte Beitrag zum Download zur Verfügung. Die Themen der weiteren Beiträge sind:

- Simulation der Anodenauflösung
- Laserauftragschweißen und mechanische Nachbearbeitung
- Spritzschichten zur Widerstandsheizung
- Elektrochemische Prüfung von thermisch gespritzten Schichten
- Hochtemperaturverschleiß von borierten Spritzschichten
- Verbesserte Korrosionsbeständigkeit von Zylinderlaufbahnen.

Der Gesamtumfang des Beitrags beträgt etwa 4 Seiten mit 7 Abbildungen.

30 HARTER drying solutions

TROCKEN!

#ENERGIESPAREND #PROZESSSICHER #ABLUFTFREI #STAATLICH GEFÖRDERT

BESUCHEN SIE UNS:

ZVO-OBERFLÄCHENTAGE BERLIN 22.-24.09.2021 Kongress für Galvano- und Oberflächentechnik | STAND 75

parts2clean STUTTGART 05. – 07.10.2021 | HALLE 4 | STAND D25

Ihr DIREKTER Partner: HARTER GmbH | +49 (0) 83 83 / 92 23-0 | info@harter-gmbh.de | www.harter-gmbh.de

Fusion Bionic lasert Lotuseffekte

Fraunhofer IWS Dresden gründet Lasertech-Unternehmen aus

Ein Team aus Forschern des Fraunhofer-Instituts für Werkstoff- und Strahltechnik IWS und aus der Wirtschaft gründet mit *Fusion Bionic* ein Hightech-Unternehmen aus. Dieses will mit weltweit führenden Lösungen zur Laserinterferenztechnologie Lotuseffekte und weitere funktionale Mikrostrukturen der Natur auf technische Oberflächen wie Tragflächen und Implantate bringen. Unterstützung erhielt das Team vom AHEAD-Programm der Fraunhofer-Gesellschaft, das sich auf den Technologietransfer spezialisiert hat.

Moderne Lichtinterferenztechnologien aus Dresden machen es möglich: Durch *Direct Laser Interference Patterning* (kurz: DLIP, Direkte Laserinferenzstrukturierung) können die Gründer der *Fusion Bionic*, eines Spinoffs des Fraunhofer IWS, nun sehr schnell Lotuseffekte und andere besondere Strukturtricks der Natur auf technische Oberflächen wie Batteriekomponenten, Implantate oder sogar Flugzeuge übertragen. Diese mikroskopisch kleinen Oberflächenmuster gestalten Implantate verträglicher oder verhindern mit ihren Anti-Eis-Mustern, dass im Winter wegen tiefgefrosteter Tragflächen Starts verzögert werden. Die in der vergangenen Dekade am Fraunhofer IWS und an der TU Dresden erforschte Technologie ist nun marktreif.
Dr. Tim Kunze, der bisher die Gruppe für Oberflächenfunktionalisierung am Fraunhofer IWS leitete, hat im April 2021 mit einem Team aus Wissenschaft und Wirtschaft *Fusion Bionic* gegründet. Der Unternehmensname steht für die Fusion von naturinspirierten Effekten in technische Produktoberflächen, also eine Art Symbiose aus Biologie und Technologie nach dem Vorbild der Bionik. Dabei hat auch das Fraunhofer AHEAD-Programm stark weitergeholfen. AHEAD ist das zentrale Programm für Technologietransfer in der Fraunhofer-Gesellschaft und ermöglicht den Transfer über Ausgründung oder Lizenzierung. In einem unternehmerischen Umfeld mit Unterstützung von Experten aus der Fraunhofer-Gesellschaft konnte das Geschäftsmodell sowie das Produkt nach Aussage von Tim Kunze geschärft und das Team gut für die Gründung aufgestellt werden. Dieser Fraunhofer-Forschungstransfer in die Praxis möchte auch für neue Arbeitsplätze und Wertschöpfung in Dresden und Sachsen sorgen. Die Belegschaft soll bis Ende 2022 auf etwa zehn Beschäftigte wachsen.

Moderne Lichtinterferenztechnologien machen es möglich, dass sich nun sehr schnell Lotuseffekte und andere raffinierte Strukturen der Natur auf technische Oberflächen wie Batteriekomponenten, Implantate oder Flugzeugoberflächen übertragen lassen (Bild: ronaldbonss.com)

Das DLIP-Verfahren

Beim DLIP-Verfahren fächert ein optisches System Laserstrahlen in mehrere Teile auf. Dann fokussiert das am Fraunhofer IWS entwickelte DLIP-Bearbeitungssystem die Teilstrahlen auf die Oberfläche, die bearbeitet werden soll. Dort überlagern sich die Strahlen zu Interferenzmustern. Das System basiert auf gepulsten Strahlen, die mit schneller Bewegung Flächen sukzessive bearbeiten. An den hellen Stellen trägt der Laser Material ab, lässt es an den dunklen hingegen unberührt. Unter Laborbedingungen gelingt es aktuell bereits, bis zu 0,9 Quadratmeter pro Minute zu bearbeiten. Dadurch entstehen auf der Oberfläche wie in einem Lasertexturierungsprozess sehr feine Strukturen, die teilweise nur wenige hundert Nanometer (Millionstel Millimeter) groß sind. Sie sorgen beispielsweise dafür, dass Schmutz oder Eis keinen Halt finden. Aber auch andere Funktionen kann der Laser auf der Oberfläche erzeugen, beispielsweise eine höhere Akzeptanz des Körpers gegenüber Implantaten oder verlässlichere elektrische Steckverbindungen.

Evolutionäre Tricks der Natur abgeschaut

Daran haben wir am Fraunhofer IWS und an der TU Dresden gemeinsam zehn Jahre lang geforscht, sagt Institutsleiter Prof. Christoph Leyens. Heute sei Dresden in dieser Technologie führend und inspiriere immer mehr Forschende in Europa sowie Asien, die Interferenztechnologie genauer unter die Lupe zu nehmen, so sein Fazit. Nahezu unendliche Möglichkeiten prophezeit auch Prof. Andrés Fabián Lasagni, der diese Technologie nach Dresden gebracht hat und derzeit an der Dresdner Exzellenz-Universität die Professur für Laserbasierte Methoden zur großflächigen Oberflächenstrukturierung leitet. Die Laserinterferenzstrukturierung übertrage evolutionäre Vorteile, die Reptilien, Schmetterlinge, Haie und andere Tiere über Jahrmillionen hinweg entwickelt hätten, im Zeitraffer auf die technologische Welt: Viele Insekten beispielsweise haben antibakterielle Oberflä-

chen, die dafür sorgen, dass sie den Erkenntnissen von Prof. Lasagni zufolge nicht so schnell krank werden. All das könne mit der Laserstrukturierung nun auch erzeugt werden. Die Perspektiven in der Medizintechnik, im Maschinenbau und vielen anderen Branchen seien enorm.

Hohe Prozessgeschwindigkeit möglich

Die Interferenzmuster sind der besondere Clou der Dresdner Technologie: Statt mit einem einzelnen Laserstrahl das gewünschte Strukturmuster langsam wie mit einem Bleistift auf das Werkstück zu *zeichnen*, belichtet das DLIP-Verfahren große Flächen mit hohen Prozessgeschwindigkeiten. Für dieses Verfahren sowie die verbundenen Hardwarelösungen ist Fusion Bionic der weltweit erste kommerzielle Anbieter. Um diesen Vorsprung zu nutzen, will das Gründerteam nun zügig in Dresden einen Produktionsstandort aufbauen. Mehrere Investoren haben bereits reges Interesse bekundet, die skalierbare Technologie aus Dresden zu unterstützen. Das Team um Kunze möchte dort komplette Maschinen für die Laserstrukturierung herstellen, aber auch standardisierte DLIP-Bearbeitungsmodule, die dann zum Beispiel ein Mittelständler aus der Industrie perspektivisch auf seine Roboter montieren kann. Als weiteres zukunftsträchtiges Geschäftsfeld neben dem eigenen Laser-Maschinenbau will das neue Unternehmen auch Strukturierungen im Lohnauftrag und eigens weiterentwickelte funktionale Produktoberflächen anbieten. Mehrere Unternehmen aus der Luftfahrt, der Automobilindustrie und dem Anlagenbau haben bereits Lösungen von Fusion Bionic angefragt.

Großes Interesse besteht auch bei wissenschaftlichen Einrichtungen ähnlich dem Mutterinstitut IWS, die weitere Potenziale in eigenen Forschungsaktivitäten untersuchen wollen. *Wir stellen mit unserer DLIP-Technologie gänzlich neue Produktmöglichkeiten bereit*, argumentiert Tim Kunze. Bisher wurden funktionale Oberflächen üblicherweise durch Beschichtungen erzeugt, weil der Laser zu langsam erschien. Aber Schichten bringen nach seiner Erfahrung oftmals nicht den gewünschten Effekt und sind teilweise wenig beständig oder sogar umweltschädlich. Die funktionalen Oberflächenstrukturen von Fusion Bionic bieten einen neuen Ansatz, Produkte zu veredeln. Dank der Interferenztechnologie können die Oberflächen nach den Worten von Tim Kunze inzwischen so schnell funktionalisieren, dass diese Lösung eine ernstzunehmende Konkurrenz zur klassischen Beschichtung geworden ist.

Technologisches Potenzial verfügbar machen

Für die kommenden Jahre haben die Gründer bereits Pläne geschmiedet: Nach Aufbau der ersten Produktionsmöglichkeiten sollen eigens entwickelte Systemlösungen das technologische Potenzial für immer mehr Industriezweige verfügbar machen. Das konnte bereits mit einem Projektpartner für einen marktführenden Anbieter von Steckverbindern unter Beweis gestellt werden, sodass durch die DLIP-Lösungen der Fusion Bionic hoffentlich bald eine neue Generation von elektrischen Steckverbindungen mit höherer Verlässlichkeit verfügbar werde, so Kunze.

Über Fusion Bionic

Die Fusion Bionic GmbH mit Sitz in Dresden ist ein Lösungsanbieter für die laserbasierte Oberflächenfunktionalisierung. Als Spin-off des Fraunhofer-Instituts für Werkstoff- und Strahltechnik IWS entstanden, eignen sich die kommerziellen Laserinterferenztexturierungslösungen des Unternehmens für verschiedene, wie verbesserte Biokompatibilität, reduzierte Reibung, optimierte Oberflächenbenetzbarkeit, Antivereisungs- und Antihafteigenschaften, Dekoration sowie Produktschutz.

Ein Team aus Forschern des Fraunhofer IWS und der Wirtschaft gründen mit Fusion Bionic ein Hightech-Unternehmen aus: Dr. Sabri Alamri, Dr. Tim Kunze und Benjamin Krupop (v. l.) gehören dazu (Bild: ronaldbonss.com)

Kontakt:
Dr. Tim Kunze, Fusion Bionic GmbH
E-Mail: tim.kunze@fusionbionic.com
➲ www.fusionbionic.com

FiT auf der parts2clean 2021 in Stuttgart

Anwender industrieller Reinigungstechnik stehen durch aktuelle Entwicklungen und regulatorische Vorgaben vor neuen und veränderten Aufgaben, die umfangreiches reinigungstechnisches Fach- und Anwendungswissen erfordern. Der Fachverband industrielle Teilereinigung (FiT) e. V. bietet dazu auf der diesjährigen parts2clean in Stuttgart eine technologieübergreifende Erstberatung. Handlungsempfehlungen sowie Qualifizierung und Weiterbildung zählen zu den weiteren Themen, über die am Stand des FiT informiert wird.

Trends, wie die Transformation in der Automobil- und Zulieferindustrie, die Automatisierung und Digitalisierung der Fertigung und eine verbesserte Energieeffizienz, um Klimaschutzziele zu erreichen, stellen viele Anwender von industrieller Reinigungstechnik vor neue Herausforderungen. Durch regulatorische Vorgaben in verschiedenen Industriebereichen wie der Chemie und Medizintechnik sind bei der Bauteilreinigung ebenfalls veränderte Anforderungen zu beachten.

Für diese anspruchsvollen Aufgaben bietet der Fachverband industrielle Teilereinigung (FiT) e. V. auf der diesjährigen parts2clean vom 5. bis 7. Oktober in Stuttgart in Halle 4, Stand C 01/B 01 Unterstützung durch Grundlagenwissen und Handlungsempfehlungen. Darüber hinaus erhalten Besucher am Stand eine technologieübergreifende Erstberatung – unabhängig davon, ob es sich um Aufgabenstellungen für die Vor-, Zwischen-, End- oder montageintegrierte Reinigung handelt. Diese Empfehlungen bieten Orientierung, mit welchen Reinigungsverfahren, Prozesstechnologien und Medien die jeweilige Reinigungsaufgabe prozessstabil und wirtschaftlich erfüllt werden kann und welche Unternehmen über entsprechende Lösungen verfügen. Anwender können auf dieser Basis gezielt und effizient vertiefende Gespräche mit verschiedenen Anbietern führen. Auf dem Bereich *QSREIN 4.0* präsentiert der Fachverband die Entwicklung von innovativen, praktikablen und nutzbringenden Industrie 4.0-Lösungen für die Reinigungstechnik.

Ein Standbesuch beim *Navigator* der Bauteilreinigung lohnt sich auch unter dem Aspekt der allgemeinen Informationsbeschaffung und Wissensgenerierung. Denn die verschiedenen, von Experten aus den Fachausschüssen des FiT erarbeiteten Informationen tragen zu einem besseren Verständnis für die nachhaltige Auslegung und Optimierung von Reinigungsprozessen bei. Zu den Publikationen, die in deutscher und englischer Sprache zur Verfügung stehen, zählen beispielsweise die Checkliste *Planung eines Reinigungsprozesses – Anlage, Verfahren, Chemie und Peripherie* sowie die *Leitlinien für eine qualitätssichernde Prozessführung in der industriellen Bauteilreinigung*. Vorgestellt wird darüber hinaus die zweisprachige (deutsch/englisch) und aktuell überarbeitete Auflage der Richtlinie *Filmische Verunreinigungen sicher beherrschen*. Ein Thema, das vor dem Hintergrund von veränderten Fertigungs- und Fügeprozessen sowie hohen Sauberkeitsanforderungen hinsichtlich filmischer Verschmutzungen in der Beschichtungsindustrie immer mehr an Bedeutung gewinnt.

Strengere Sauberkeitsspezifikationen, komplexere Reinigungsprozesse sowie die Forderung nach hoher Wirtschaftlichkeit erfordern auch in diesem Fertigungsbereich gut ausgebildete Mitarbeitende. Schulungen, Qualifizierung und Weiterbildung in der industriellen Bauteilreinigung sind daher auch Themen, denen sich der Fachverband widmet. Ein Baustein dabei ist zum Beispiel das Grundlagenseminar *Qualitätssicherung in der Bauteilreinigung*, das am 1. und 2. Dezember 2021 durchgeführt wird. Im Mittelpunkt der 30. Fachtagung *Industrielle Bauteilreinigung* vom 31. März bis 1. April 2022 stehen die Entwicklung von Reinigungstechnik und -verfahren sowie der Dialog mit Reinigungsexperten der verschiedenen Fach- und Industriebereiche. Informationen zu diesen und weiteren Veranstaltungen des FiT stehen am Stand des Expertennetzwerks ebenfalls zur Verfügung. Der 2004 gegründete FiT e. V. ist seit zwei Jahren selbstständiger Fachverband.

D. Schulz

➲ www.fit-online.org

Schneestrahlreinigung in der Batterieproduktion

Auf der diesjährigen parts2clean in Stuttgart präsentiert die acp systems AG mit der quattroClean-Schneestrahltechnologie eine trockene und nachhaltige Reinigungslösung für verschiedene Aufgaben bei der Produktion von Lithiumionenbatterien und Brennstoffzellen. Das Verfahren, das einfach in automatisierte Fertigungsumgebungen zu integrieren ist, wird bereits bei verschiedenen Serienanwendungen eingesetzt, beispielsweise zur Reinigung der Fügestellen vor der Kontaktierung von Batteriezellen.

Ob elektrisch angetriebenes Fahrzeug oder stationärer Energiespeicher, auf den Lithiumionenakku entfällt ein wesentlicher Teil der Wertschöpfung. Bei dessen Herstellung ergeben sich für die Bauteilreinigung verschiedene neue und veränderte Aufgaben.

CO_2-Schnee – trocken, effektiv und klimaneutral

Für die Herstellung von Speicherelementen präsentiert die acp systems AG auf der diesjährigen parts2clean in Halle 4, Stand B 04 mit der einfach in die automatisierte Fertigung von Akkumulatoren und Brennstoffzellen integrierbaren quattroClean-Schneestrahltechnologie eine trockene, effektive und vergleichsweise kostengünstige Reinigungslösung. Sie ermöglicht es, partikuläre Verunreinigungen bis in den Submikrometerbereich und filmisch-chemische Kontaminationen sowohl ganzflächig als auch partiell prozesssicher und reproduzierbar von Oberflächen zu entfernen. Reinigungsmedium ist flüssiges, nicht-korrosives Kohlenstoffdioxid (CO_2), das in chemischen Prozessen und der Energiegewinnung aus Biomasse entsteht und daher klimaneutral ist.

Eingesetzt wird das Verfahren bereits bei verschiedenen Anwendungen in der Serienproduktion von Lithiumionenbatterien. Dazu zählt die Reinigung der Kontaktflächen von Batteriezellen – prismatische, zylindrische (Rund-) oder Pouchzellen – und Leadframes beziehungsweise der Bondflächen bei Leiterplatten. Da selbst minimale Verunreinigen auf den Verbindungsflächen zu einer unzureichenden Kontaktierung führen können, ist die zuverlässige Entfernung partikulärer und filmischer Kontaminationen unter Leistungs- und Sicherheitsaspekten ein Muss.

Bei der Herstellung von Wasserstoff-Luftsauerstoff-Brennstoffzellen kommt das trockene Verfahren ebenfalls zum Einsatz. Eine Anwendung dabei ist die Reinigung von Bipolarplatten aus Edelstahllegierungen nach der Laserbearbeitung. Dabei verbleiben Schmauchspuren auf den Oberflächen, die den Wirkungsgrad beeinträchtigen und deshalb vollständig zu entfernen sind. Die trockene und rückstandsfreie Abreinigung partikulärer und filmischer Kontaminationen aus Vorprozessen wie dem Stanzen zählt ebenfalls zu den Einsatzbereichen des Verfahrens.

Die gute Reinigungswirkung des quattroClean-Systems basiert auf dem speziellen Design der verschleißfreien Zweistoff-Ringdüse. Durch diese wird das flüssige Kohlen-

www.hoeckh.com

Höckh
Parts Cleaning Technology

Reinigen
Entfetten
Konservieren
Spülen
Passivieren

PERFEKTE SAUBERKEIT.

Halle 4
Stand C44

Teile-Reinigungsanlagen aus dem Hause Höckh erfüllen höchste Ansprüche an die Reinigungsqualität.

Unsere Standard- und Individual-Lösungen bieten für jeden Anwendungsfall etwas passendes – ganz gleich ob mit wässrigen Medien, Lösemitteln oder kombiniert.

Präzisions-Drehteile, Frästeile, Umformteile, Baugruppen, uvm.
So individuell wie Ihre Bauteile selbst ist auch die optimale Reinigungsanlage für Ihren Bedarf.
Wir bieten Ihnen eine Vielzahl an Möglichkeiten.
Fragen Sie die Spezialisten in Sachen Teilereinigung und lassen Sie sich überzeugen in einem Live-Versuch im Höckh-Technikum.

Höckh Metall-Reinigungsanlagen GmbH | 75305 Neuenbürg
Tel: +49 7082 - 410 931-10 | Mail: sales@hoeckh.com

Wir zeigen Ihnen mit Augmented Reality Prozessdaten in Echtzeit

SIE SICHERN SO EINFACH IHRE PROZESSQUALITÄT

SOFTEC
ERP-Software für Oberflächenveredler

Über acp Systems

1997 in Stuttgart gegründet, zählt die acp systems AG heute zu den internationalen Markt- und Technologieführern, wenn es um effiziente CO_2-Schneestrahlreinigung geht. Die patentierte quattroClean-Technologie zur Entfernung von partikulären und filmischen Verunreinigungen von nahezu allen technischen Werkstoffen ist unter anderem für die Behandlung elektronischer und elektromechanischer Komponenten mit reproduzierbarem Ergebnis einsetzbar. Die Reinigung mit dem skalierbaren und Industrie 4.0-fähigen System kann ganzflächig oder partiell, beispielsweise an Schweiß-, Klebe-, Dicht- und Bondflächen, erfolgen. Eine weitere Kernkompetenz der acp liegt in der Automatisierung der Reinigungsprozesse und deren Integration in verkettete Fertigungs-, Montage und Beschichtungslinien.

➲ www.acp-systems.com

Der quattroClean-Strahl entfernt partikuläre Verunreinigungen bis in den Submikrometerbereich und filmische Kontaminationen prozesssicher und reproduzierbar (Bild: acp systems AG)

stoffdioxid geleitet und entspannt beim Austritt zu feinen Partikeln. Sie werden durch einen separaten Druckluftmantelstrahl gebündelt und auf Überschallgeschwindigkeit beschleunigt. Beim Auftreffen des gut fokussierbaren Reinigungsstrahls auf die zu reinigende Oberfläche sorgen die vier Wirkmechanismen (thermischer, mechanischer, Lösemittel- und Sublimationseffekt) dafür, dass Verunreinigungen zuverlässig entfernt werden. Sie werden durch die aerodynamische Kraft der Druckluft von der Oberfläche weggeströmt und von der integrierten Absaugung aus dem Reinigungsmodul ausgetragen. Da das kristalline Kohlenstoffdioxid während der Reinigung vollständig sublimiert, sind die Oberflächen beziehungsweise die gesammten Teile trocken und können direkt dem nächsten Schritt der Fertigungskette zugeführt werden.

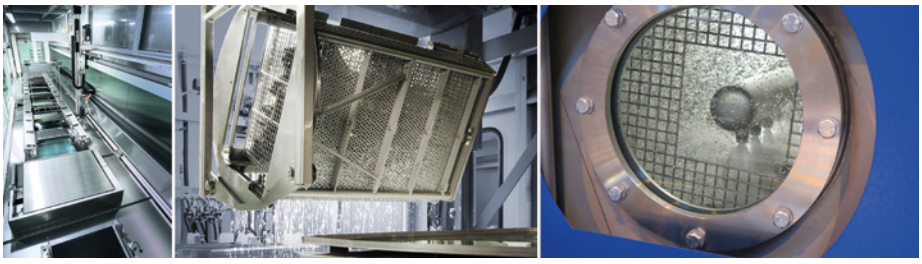
Flexibel in die Fertigung integrierbar

Die Skalierbarkeit und geringer Platzbedarf des quattroClean-Reinigungssystems ermöglichen, dass es nahezu in jedem Bereich einer automatisierten Batterie- oder Brennstoffzellenfertigung integriert werden kann. Prozessvalidierung und -auslegung erfolgen kunden- und anwendungsspezifisch durch Versuche im acp-Technikum. Für eine gleichbleibend hohe Prozessstabilität überwacht ein Sensorsystem die Strahlkonsistenz jeder Düse. Auch werden die Düsen hinsichtlich der Zufuhr von Kohlenstoffdioxid, Druckluft und Strahldauer überwacht. Die ermittelten Werte werden automatisch gespeichert und können mittels üblicher Schnittstellen an ein übergeordnetes System zur Erfassung aller Produktionsdaten übermittelt werden.

Reinigungsaufgaben jeder Art effizient lösen

Ob Präzisionsreinigung für Komponenten mit Spezifikationen an die partikuläre Sauberkeit im Nanometerbereich und höchste filmische Reinheit, komplexe Entgrat- und Reinigungsansprüche oder anwendungsgerechte Entfettung und Reinigung, das komplette Programm, das Ecoclean bei der diesjährigen parts2clean teilweise live präsentiert, bietet für jede Aufgabenstellung die technisch und wirtschaftlich optimale Lösung. Dies beinhaltet auch innovative Entwicklungen für die Automatisierung und Digitalisierung des Reinigungsprozesses sowie bedarfsgerechte Serviceangebote.

Branchen wie die Medizintechnik, Optik, Elektronik, die Maschinenwerkzeugindustrie und Hersteller von Produktionsequipment für die Halbleiterindustrie sowie von Schmuck und Uhren stellen zwar unterschiedliche, aber generell extrem hohe Anforderungen an die Bauteilsauberkeit. Lösungen für diese Aufgabenstellungen präsentiert die SBS Ecoclean-Gruppe auf dem High-Purity-Bereich ihres Messestandes auf der diesjährigen parts2clean vom 5. bis 7. Oktober in Stuttgart (Halle 4, Stand C 28). Dabei wird erstmals auch die neue UCMSmartLine live auf einer Messe zu sehen sein. Durch ihr modulares Konzept mit drei bis zu neun Reinigungs- und Spülstufen lässt sich die kompakte Ultraschall-Reihentauchanlage für die Vor-, Zwischen- und Endreinigung individuell konfigurieren und jederzeit an sich verändernde Marktbedingungen anpassen.



Ob High-Purity-Bereich oder allgemeine Industrie, das komplette Programm an Anlagen- und Prozesstechnologien von Ecoclean, das auf der parts2clean teilweise live präsentiert wird, bietet für jede Aufgabenstellung die technisch und wirtschaftlich optimale Lösung (Bildquelle: Ecoclean)

In der allgemeinen Industrie, die eine Vielzahl von Branchen beinhaltet, werden Bauteile in sehr unterschiedlichen Fertigungstechnologien aus verschiedensten Materialien herge-

Über die SBS Ecoclean-Gruppe

Die SBS Ecoclean-Gruppe entwickelt, produziert und vertreibt zukunftsorientierte Anlagen, Systeme und Services für die industrielle Bauteilreinigung und Oberflächenbearbeitung. Diese Lösungen, die weltweit führend sind, unterstützen Unternehmen rund um den Globus dabei, in hoher Qualität effizient und nachhaltig zu produzieren. Die Kunden kommen aus der Automobil- und Zulieferindustrie sowie dem breit gefächerten industriellen Markt – von der Medizin-, Mikro- und Feinwerktechnik über den Maschinenbau und die optische Industrie bis zur Energietechnik und Luftfahrtindustrie. Der Erfolg von Ecoclean basiert auf Innovation, Spitzentechnologie, Nachhaltigkeit, Kundennähe, Vielfalt und Respekt. Die Unternehmensgruppe ist mit zwölf Standorten weltweit in neun Ländern vertreten und beschäftigt mehr als 900 Mitarbeitende.

➲ www.ecoclean-group.net

stellt. Dazu zählen beispielsweise Guss-, spanend hergestellte Werkstücke, Stanz-, Biege-, Press- und Tiefziehteile, oder additiv gefertigte Komponenten. Nachfolgende Prozesse wie Wärmebehandlung, Beschichten, Verkleben, Montieren als auch eine dauerhaft einwandfreie Funktion erfordern eine bedarfsgerechte Sauberkeit. Für diese Aufgabenstellungen informiert der Anlagenbauer mit dem wohl umfassendsten Reinigungsanlagenprogramm im Hauptbereich über Kammersysteme in Standardausführung und als Sonderanlagen für die wässrige und Lösemittelreinigung sowie über Reihentauchanlagen. Ausgestattet mit anwendungsspezifisch ausgelegten Verfahrenstechnologien, beispielsweise für das Hochdruckreinigen, Entgraten, Ultraschallreinigen, Pulsated Pressure Cleaning, Plasmareinigen, Passivieren/Konservieren und Trocknen, stellen die Anlagen sicher, dass die in vielen Bereichen zunehmend höheren Anforderungen an die partikuläre und filmische Sauberkeit prozesssicher und bei geringstmöglichen Betriebskosten erfüllt werden können. Dies trifft auch auf die Lösungen zu, die für die neuen und veränderten Anforderungen vorgestellt werden, die sich aus den Transformationsprozessen in der Automobil- und Zulieferbranche ergeben.

parts2clean

Für die Automatisierung und Digitalisierung von Reinigungsprozessen präsentiert Ecoclean ebenfalls zukunftsweisende Lösungen. Dies beinhaltet eine innovative Cloud-Lösung, die definierte, von der Anlagensteuerung generierte Daten über eine sichere Verbindung verschlüsselt überträgt. Sie werden in der IoT-Plattform entsprechend den neuesten Technologien und Infrastrukturen gespeichert, ausgewertet, analysiert und intelligent verknüpft. Dadurch ergeben sich für den Anlagenbetreiber Mehrwerte in den Bereichen Condition Monitoring, Produktionsplanung, Dokumentation, Predictive Maintenance und Connectivity.

Erfahrene Kundendienstmitarbeiter auf der *Serviceinsel* informieren unter anderem über den Einsatz der Service App, maßgeschneiderte Servicekonzepte, Schulung und Weiterbildung von Kundenmitarbeitenden sowie Anlagenmodernisierung und -anpassung.

D. Schulz

TIBCHEMICALS

ZVO-OBERFLÄCHENTAGE BERLIN 23.-24.09.2021 HYBRID EDITION
Kongress für Galvano- und Oberflächentechnik
Wir stellen aus Stand Nr.: 20

Galvanochemikalien von TIB Chemicals

Zuverlässig seit Jahrzehnten

- Metallsalze
- Säuren
- organische Intermediate
- anwendungsbereite Formulierungen

Wir bieten eine breite Palette an Grundchemie und produktbezogenen Dienstleistungen für viele Oberflächentechnik-Anwendungen.

Fordern Sie unsere neue Galvanobroschüre an oder besuchen Sie unsere Website!

TIB Chemicals AG
BU Metall- & Oberflächenchemie
Mülheimer Straße 16–22
68219 Mannheim
Deutschland

Tel.: +49 621 8901-800
Fax: +49 621 8901-1800
E-Mail: moc@tib-chemicals.com

www.tib-chemicals.com

HÖCKH führt mit der richtigen Reinigungsanlage zur perfekten Bauteilsauberkeit

Ob es um Kühlschmierstoffe, Späne oder hartnäckige Stanzöle geht – Antworten zu allen Fragen der Teilereinigung geben die Experten der HÖCKH Metall-Reinigungsanlagen GmbH auf der parts2clean 2021 in Stuttgart. Am Stand C44 in Halle 4 d können die Fachbesucher vom 5. bis 7. Oktober zudem die Anlagentechnik an ausgestellten Reinigungsanlagen in Augenschein nehmen.

Nicht erst seit dem Erscheinen der Richtlinie VDA Band 19 achten Kunden verstärkt auf saubere Bauteile. Um deren Wünsche optimal und wirtschaftlich erfüllen zu können, ist es wichtig, die richtige Reinigungsanlage für die jeweilige Verunreinigung auszuwählen. Viele Aufgaben kann die wässrige Teilereinigung übernehmen, insbesondere wenn die Verschmutzung aus Partikeln oder polaren Stoffen besteht. Darunter fallen Kühlschmierstoffe, Emulsionen, Polierpasten oder Salze. Auch eine Feinstreinigung ist mit wässrigen Verfahren möglich.

Auf der parts2clean zeigt HÖCKH hierfür die Teilereinigungsanlage MULTICLEAN-A Standard: Die kompakte Spritz-/Flutanlage eignet sich für den vollautomatischen Betrieb. Mit ihren zwei Tanks kann sie sowohl reinigen und spülen als auch reinigen und passivieren. Sie verfügt über eine Vollstrom-Filtration und trocknet das Reinigungsgut mit Heißluft. Optional ist eine Flutreinigung mit Ultraschall und Vakuumunterstützung oder eine Vakuumtrocknung realisierbar. Zudem können sich Fachbesucher die weiteren Anlagen der Multiclean A-Reihe zur wässrigen Teilereinigung mit ihren Vorteilen von den HÖCKH-Experten vorstellen lassen.

Anlagenausführung Standard S

Geht es um unpolare Verschmutzungen wie Öle oder Fette, stoßen wässrige Reinigungsverfahren allerdings schnell an ihre Grenzen. In dieser Situation, beispielsweise zum Säubern von Dreh-, Stanz- oder Umformteilen, sollten Anwender auf Lösemittelanlagen setzen. Anhand einer MULTICLEAN-LC-III demonstrieren die Fachleute von HÖCKH auf der Messe, wie sich auch Hochleistungsöle und ähnlich schwierige Verschmutzungen prozesssicher entfernen lassen. Die MULTICLEAN-LC-III ermöglicht trotz ihrer sehr kompakten Außenabmessungen eine Reinigung im Spritz- oder Tauchverfahren mit erweiterter Vollstromfiltration, Druckfluten und Ultraschall oder Dampfentfetten. Als Zwei-Tank-Variante kann sie auch das Konservieren oder eine Feinstreinigung mit übernehmen. Integriert ist eine Pflege über Destillation des Lösemittels mit automatischer Altölausschleusung. Je nach Ausstattung eignet sie sich zur Zwischenreinigung oder zur High-Quality-Reinigung am Ende der Prozesskette. Auch zu den zahlreichen weiteren Lösemittelanlagen der Multiclean S-Reihe von HÖCKH können die Experten am Stand alle Interessierten informieren.

Anlage Typ Multi-A Standard

Manchmal reicht jedoch der Standard nicht aus, da die Kundenbauteile oder die Reinigungsaufgaben sehr komplex sind. In diesem Fall verfügt der Anlagenspezialist aus Neuenbürg über das Know-how und die Erfahrung, um kundenspezifische Sonderanlagen zu bauen. Auf der Messe parts2clean treffen die Fachbesucher am Stand von HÖCKH die entsprechenden Experten, um solche Pläne durchzugehen und Lösungen zu erarbeiten.

➲ www.hoeckh.com

Neue Lösungen für die Sauberkeitskontrolle und im Service

CleanControlling präsentiert auf der diesjährigen parts2clean in Stuttgart verschiedene Neuheiten und Weiterentwicklungen. Dazu zählen ein innovatives Kundenportal und eine neue vollautomatisierte Lösung für die trockene, reproduzierbare und effiziente Saugextraktion von Partikeln an großen Bauteilen.

Der Wandel zur Elektromobilität und die steigende Bedeutung der Bauteilreinigung als Qualitätsfaktor in nahezu allen Industriebereichen erfordern auch bei der Kontrolle der technischen Sauberkeit neue und angepasste Lösungen. Diese stellt das auf Analysen der technischen und filmischen Sauberkeit für die Automobil- und Zulieferbranche sowie die allgemeine Industrie spezialisierte Unternehmen CleanControlling vom 5. bis 7. Oktober auf der diesjährigen parts2clean in Stuttgart in Halle 4, Stand B 58 vor.

Mit dem neuen Kundenportal hat CleanControlling ein zukunftsorientiertes Tool entwickelt, das einen umfassenden und grafisch optimal aufbereiteten Zugriff auf Analysedaten bietet. Sämtliche Bauteile, für die Sauberkeitsprüfungen durchgeführt werden, sind als Foto im Kachelformat dargestellt und einzeln abrufbar. Ein Klick auf die Darstellung reicht aus, damit alle Analysen und Auswertungen zum jeweiligen Werkstück standortübergreifend angezeigt werden – inklusive der Historie – wobei einzelne Analysen ein-

und ausgeblendet werden können. Die übersichtliche numerische Aufbereitung der Daten und Diagramme sowie Fotos der ermittelten Partikel, sortiert nach Größe und Art (metallisch, nicht metallisch und Fasern) sorgen für einen sehr anschaulichen, verständlichen und schnellen Überblick.

Über eine Notizfunktion können Kunden Informationen zu den einzelnen Analysen hinzufügen, beispielsweise in welcher Anlage die Reinigung erfolgte oder nach welchem Reinigungsversuch die Analyse durchgeführt wurde. Darüber hinaus sind Vergleiche über einzelne Standorte hinweg und Verlaufsdarstellungen der Analyse-Informationen bis ins Jahr 2012 zurück möglich. Auf dieser Basis lassen sich auch Rückschlüsse darüber ziehen, wie stabil der Reinigungsprozess läuft. Die wesentlichen Informationen und Darstellungen können ausgedruckt werden. Ein Abruf der Prüfprotokolle wie bisher üblich im PDF-Format ist ebenfalls möglich.

Mit der Elektromobilität verändern sich nicht nur Bauteile, sondern auch die Anforderungen an die Partikelextraktion für die Sauberkeitskontrolle. So scheidet bei Komponenten wie Batteriewannen und E-Compartments, bei denen auch Einzelprüfungen von beispielsweise Leiterplatten, Elektronikbauteilen und Kabelbäumen durchzuführen sind, die klassische Nassextraktion aus. Außerdem verlagern sich bei E-Fahrzeugen Sauberkeitskontrollen in Montagebereiche, so dass die Partikelextraktion hier ebenfalls trocken erfolgen muss. Um bei der Analyse vergleichbare Ergebnisse zu erhalten, ist jedoch auch bei großen Teilen ein reproduzierbarer Extraktionsprozess erforderlich.

Das neue Kundenportal bietet einen optimal aufbereiteten Überblick über alle durchgeführten Analysen (Bildquelle: CleanControlling)

Für diese Aufgabenstellungen hat CleanControlling eine roboterbasierte Lösung entwickelt. Der mit dem bewährten und weiterentwickelten Partikelsaugextraktionssystem C|PS² des Unternehmens ausgestattete Roboter ermöglicht die reproduzierbare, ganzflächige oder partielle Probennahme an bis zu 4600 x 2600 mm großen Flächen. Da das Robotersystem über sieben Freiheitsgrade verfügt, können Partikel auch aus dreidimensionalen Bereichen automatisiert extrahiert werden. Um in Vertiefungen, Bohrungen oder Hinterschneidungen zu gelangen, stehen speziell gestaltete Saugdüsen zur Verfügung. Die Programmierung des Roboters erfordert keinerlei spezielle Kenntnisse: Der Bewegungsablauf für die Extraktion wird einfach durch einmaliges manuelles Einlernen erstellt und kann als bauteilspezifisches Programm in der Anlage gespeichert werden. Durch die leichte und schnelle Programmgenerierung lässt sich das Robotersystem auch effizient für die wiederholgenaue Partikelextraktion an kleineren Bauteilen einsetzen.

Ein weiterer Vorteil ist, dass die Partikelsaugextraktionseinheit vom Roboter abgesteckt und als manuelles System mobil eingesetzt werden kann. So lässt es sich problemlos in weitere Fertigungs- und Montagebereiche transportieren, um Prozesse zu validieren – beispielsweise ob die bei einem Schraubprozess entstehenden Partikel innerhalb der zulässigen Vorgaben liegen.

Zwischen den Analysen ist eine Blindwertmessung erforderlich, die durch das Partikelextraktionssystems einfacher und sicherer wird. Mussten bisher alle für die Prüfung relevanten Komponenten, wie Schläuche oder Filtrationseinheit, manuell gereinigt werden, steht dafür ab sofort eine Nassreinigungslösung zur Verfügung. Das gesamte Partikelextraktionssystem wird mit der Reinigungslösung gespült und getrocknet.

➲ **www.cleancontrolling.com**

SITA
parts2clean 2021
Halle 4 Stand C20
Bauteilsauberkeit stabil sichern

Prozessflüssigkeiten überwachen
Bauteiloberflächen kontrollieren
SITA Messtechnik GmbH - Ihr Partner für qualitätssichernde Prozessführung in der Teilereinigung | +49 (0)351 871 8041 | www.sita-process.com

Höchste Produktqualität sichern mit maßgeschneiderten Prozesslösungen

Individuelle Beratung durch Sita-Experten zur Qualitätssicherung in der Bauteilreinigung

parts2clean

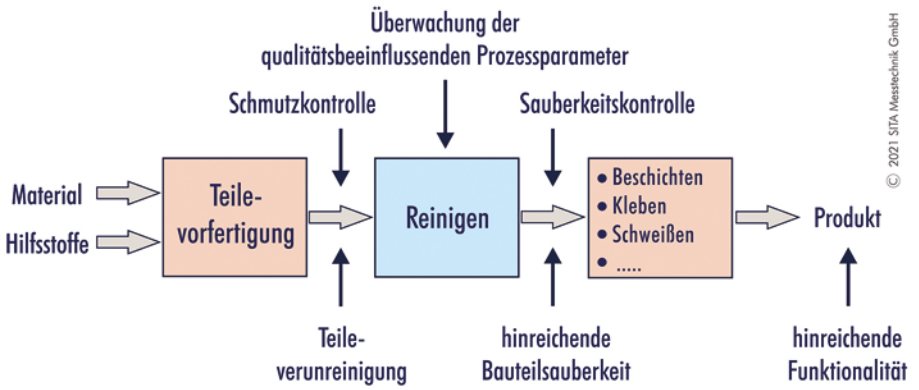
Auf der diesjährigen parts2clean vom 5. bis 7. Oktober in Stuttgart präsentiert die SITA Messtechnik GmbH in Halle 4, C 20, maßgeschneiderte Prozesslösungen und mobile Messgeräte zum Definieren und Überwachen der qualitätsbeeinflussenden Prozessparameter Reinigerkonzentration, Verschmutzung der Reinigungslösung, Teilesauberkeit und Benetzbarkeit. Ziel soll es sein, durch die Verwendung der bewährten Messgrößen Oberflächenspannung, Fluoreszenzintensität und Kontaktwinkel diese effizient und anforderungsgerecht zu überwachen und damit einen qualitätssichernden Reinigungsprozess zu gewährleisten.

Prozess- und Produktqualität stabil sichern

Im Bereich der Überwachung von Prozessflüssigkeiten werden dazu vor Ort der SITA DynoTester+ sowie der SITA ConSpector vorgestellt. Ersterer misst die Oberflächenspannung sowie die Tensidkonzentration einfach und schnell und alarmiert bei Über- oder Unterschreitung eingestellter Grenzwerte. Der SITA ConSpector kontrolliert den Verschmutzungsgrad von Reinigungs- und Spüllösungen. Weiterhin am Stand präsentiert werden der SITA SurfaSpector und der SITA CleanoSpector. Diese kommen bei der Kontrolle der Bauteiloberflächen zum Einsatz, insbesondere bei den Parametern Benetzbarkeit und Sauberkeit. Beide Geräte messen punktuell und gezielt auf Funktionsflächen von Bauteilen verschiedenster Geometrien.

Individuelle Beratungsgespräche möglich

Mit seinem 25 Jahre langen Know-how berät der Anbieter für Mess- und Prüftechnik zur Qualitätssicherung in der Bauteilreinigung direkt am Stand in Halle 4, C 20 zu maßgeschneiderten Lösungen für stabile Bauteilsauberkeit. Als Besonderheit können Standbesucher eigene Bauteile und Medienproben, zu denen sie geeignete Überwachungsmethoden suchen, mitbringen. Durch die Analyse mit den einfach handhabbaren Messgeräten ergeben sich im Beratungsgespräch die praktikablen Vorschläge der SITA-Experten.



Prozesskette Teileherstellung

Zudem halten Anwendungstechniker Tilo Zachmann und André Lohse Fachvorträge im Fachforum der parts2clean:

– Einfluss von Art und Menge filmischer Verunreinigungen auf die Bauteilqualität (André Lohse)
– Tenside im Reinigungsprozess – Messtechnik zur manuellen und automatischen Überwachung (Tilo Zachmann)

Über die SITA Messtechnik GmbH

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

➲ www.sita-process.com

Reinigungsanlage Pero S1

Mit der neuen S(uper)1 bringt PERO eine Reinigungsanlage auf den Markt, die sich insbesondere für mittelständische Produktionsbetriebe mit geringem Reinigungsbedarf empfiehlt. Sie eignet sich für Warenträger mit den Abmessungen 530 mm x 320 mm x 200 mm oder 530 mm x 365 mm x 250 mm.

Die neue PERO-S1 ist für mittelständische Produktionsbetriebe mit geringem Reinigungsbedarf ausgelegt und überzeugt durch starke Reinigungsleistung und ein neues Bedienkonzept mit vielen Visualisierungen (Bild: Pero AG)

Durch ihre Auslegung als Standardmaschine mit vielen Serienkomponenten erreicht die kompakte Anlage eine sehr hohe Betriebssicherheit und ein besonders gutes Preis-/Leistungsverhältnis. Dies zeigt sich sowohl im Hinblick auf den Anschaffungspreis als auch in punkto Betriebskosten. So lässt sich die PERO S1 bereits bei einem geringen Durchsatz von bis zu zehn mit Teilen bestückten Körben pro Stunde wirtschaftlich betreiben.
Besonderes Augenmerk legte PERO zudem auf das neue Bedienkonzept mit leicht verständlicher Benutzeroberfläche und reduzierten Eingabeanforderungen. Zahlreiche Visualisierungen tragen dazu bei, dass selbst Mitarbeiter ohne spezielle Vorbildung die Anlage problemlos bedienen und warten können. Einige Wartungsfunktionen sind sogar automatisiert.
Tritt ein Betriebsfehler auf, wird dieser von der Software lokalisiert und eindeutig angezeigt, so dass der Bediener den Fehler ohne Hilfe und mit geringem Aufwand beheben kann. Darüber hinaus lässt sich an der Benutzeroberfläche stets die Restdauer bei den Waschprogrammen und der Schichtautomatik ablesen. Sogar Füllstände, Signalzustände und Bewegungen innerhalb der Anlage werden visualisiert.
In technischer Hinsicht überzeugt die Reinigungsanlage *Super1* durch eine kurze Vorlaufzeit zum Aufheizen und damit eine schnelle Betriebsbereitschaft. Sie sorgt zudem für hervorragende Entfettung, selbst bei Teilen, denen große Mengen Fett und Öl anhaften. Auch Restspäne und Fremdpartikel werden zuverlässig von der Werkstoffoberfläche entfernt. Dazu trägt unter anderem eine leistungsfähige Ultraschalleinheit bei.
Weitere Pluspunkte der neuen PERO S1 sind die schnelle Filtertrocknung, ein Rollentisch zur leichten Be- und Entladung der Waschkörbe sowie der mögliche Wassereintrag von bis zu 500 ml/Stunde. Für eine hohe Sicherheit der Mitarbeiter sorgt der neue Schließmechanismus der Arbeitskammer, der Eingriffsmöglichkeiten in den Fahrweg der Türe unterbindet.
Von der Leistungsfähigkeit der Reinigungsanlage S1 – die es zu kaufen oder zu mieten gibt – können sich Interessierte im PERO-Kompetenzzentrum persönlich überzeugen.

Die Pero AG ...

... wurde 1953 von Peter Erbel gegründet, hat ihren Hauptsitz in Königsbrunn bei Augsburg und erwirtschaftet heute mit rund 200 Mitarbeitern einen Umsatz von etwa 30 Millionen Euro. Das Unternehmen stellt modular aufgebaute, leistungsstarke Teilereinigungsanlagen für den industriellen Einsatz her, die auf Basis von Lösemitteln oder wässriger Medien arbeiten. Sie entölen, entfetten und reinigen Werkstücke verschiedenster Art und sorgen bei Bedarf für gleichmäßigen Korrosionsschutz. Neben hochwertiger Technik zeichnet sich Pero durch eine umfangreiche Beratung und Prozessbegleitung ebenso aus wie durch einen qualifizierten Service.

➲ www.pero.ag

Pero

FLEXIBEL REINIGEN

NEUHEIT
Besuchen Sie uns auf der parts2clean

PERO
KOMBINIERTE REINIGUNG

Kombinierter Prozess mit Lösemittel und wässrigen Medien für ein perfektes Reinigungsergebnis.

Stellen Sie den Reinigungsprozess flexibel nach **Ihren Anforderungen** dar

- Medienreihenfolge frei wählbar
- Anlagen einzeln verwendbar
- flexibel & leistungsstark
- wirtschaftlich

parts2 clean

Halle 4 | St. Do4

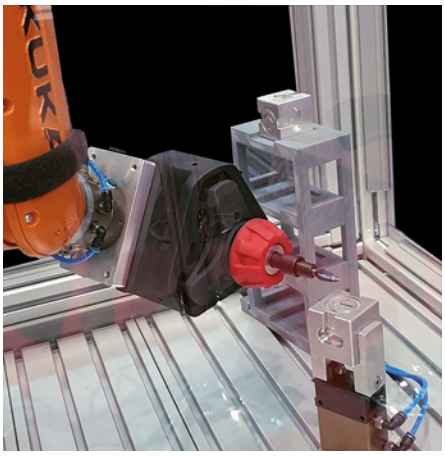
Besuchen Sie unser Kompetenz-Zentrum!

PERO | ANLAGEN ZUR TEILEREINIGUNG
www.pero.ag

Prozessoptimierung durch Automatisierung

Die Automatisierung von Entgrat- und Oberflächenbearbeitungsprozessen ist eine optimale Möglichkeit, hohe Anforderungen an Präzision, Reproduzierbarkeit, Durchsatz und Wirtschaftlichkeit zu erfüllen. Dabei lassen sich mit einem an die spezifische Situation angepassten Automatisierungskonzept Fehler vermeiden.

Entgraten, Kanten verrunden, Schleifen, Glätten oder Polieren sind in nahezu allen Industriebereichen erforderliche Fertigungsschritte. Häufig sind sie mit einem hohen manuellen Aufwand verbunden, was die Prozesse personal- und kostenintensiv macht. Gleichzeitig stellt die händische Bearbeitung eine Belastung für die Mitarbeitenden dar, unter anderem durch monotone Arbeitsabläufe in teilweise ergonomisch ungünstiger Haltung und entstehende Stäube. Darüber hinaus kann die Qualität des Bearbeitungsergebnisses stark variieren. Ein weiterer Aspekt ist, dass sich Prozesse wie das manuelle Entgraten und Oberflächenfinishen nicht in verkettete beziehungsweise digitalisierte Fertigungslinien einbinden lassen. Aus diesen Faktoren resultiert ein sich verstärkender Trend, das Entgraten und die Oberflächenbearbeitung mit Robotern zu automatisieren.

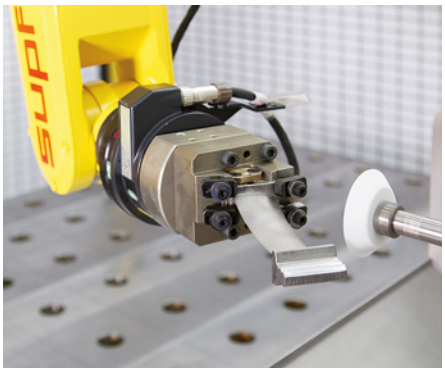


Basis der Automatisierung sind die individuellen Anforderungen. Darauf werden Roboter, Greifersysteme, Werkzeuge und Sensorik, beispielsweise zur Werkstückerkennung, Kraftregelung oder und Qualitätsprüfung ausgelegt (Bild: Robofunktion Systems)

Ein passendes Automatisierungskonzept

Eine möglichst effektive, effiziente und zukunftsorientierte Automatisierung basiert idealerweise auf einem an die individuellen Anforderungen und die Situation des Unternehmens angepassten Automatisierungskonzept. Es geht dabei um eine ganze Reihe unterschiedlicher Fragestellungen:

- Welche Bauteile und Komponenten sollen automatisiert entgratet werden?
- Welche Anforderungen sind zu erfüllen, beispielsweise in Bezug auf ein Gratwurzelrest am Bauteil oder die Notwendigkeit zur Feinstbearbeitung an Präzisionsteilen?
- Wie lässt sich die Automatisierung am besten in den bestehenden Workflow einbinden?
- Wie erfolgt die Zuführung der zu bearbeitenden Bauteile (vereinzelt über ein Fördersystem, auf Warenträgern oder in Kisten?
- Ist eine Lösung zur Identifizierung der zu bearbeitenden Bereiche erforderlich?
- Sind verschiedene Werkzeuge für die Bearbeitung notwendig?
- Wie kann die Qualitätsprüfung durchgeführt werden?



Ein optimal auf die Anforderungen und Situation des Unternehmens ausgelegtes und zukunftsorientiertes Automatisierungskonzept ermöglicht eine schnelle Amortisation der Investition (Bild: Supfina)

- Wie schnell und einfach können neue Produkte in die automatisierte Entgratlösung integriert werden?
- Wie hoch ist der Aufwand für die Instandhaltung und kann dieser intern bewältigt werden?
- Werden Roboter beziehungsweise Automatisierungssysteme bereits in anderen Unternehmensbereichen eingesetzt?

Auf Basis der Antworten lässt sich ein maßgeschneidertes Lastenheft erstellen. Steht das dafür erforderliche Automatisierungswissen intern nicht zur Verfügung, kann es hilfreich sein, auf das Know-how eines externen Experten zurückzugreifen. Im Mittelpunkt dabei steht, die technologische Umsetzung an den Bedarf und die Ziele des Unternehmens anzupassen. Empfehlenswert ist darüber hinaus, Roboter, Greifersysteme und Sensorik, beispielsweise zur Werkstückerkennung, Kraftregelung, Prozessüberwachung und Qualitätsprüfung, einzusetzen, mit denen im Unternehmen bereits gearbeitet wird. Je mehr unterschiedliche Systeme zum Einsatz kommen, desto mehr Kompetenzen sind intern aufzubauen, wodurch das Potential möglicher Fehlerquellen und Komplikationen erhöht wird.

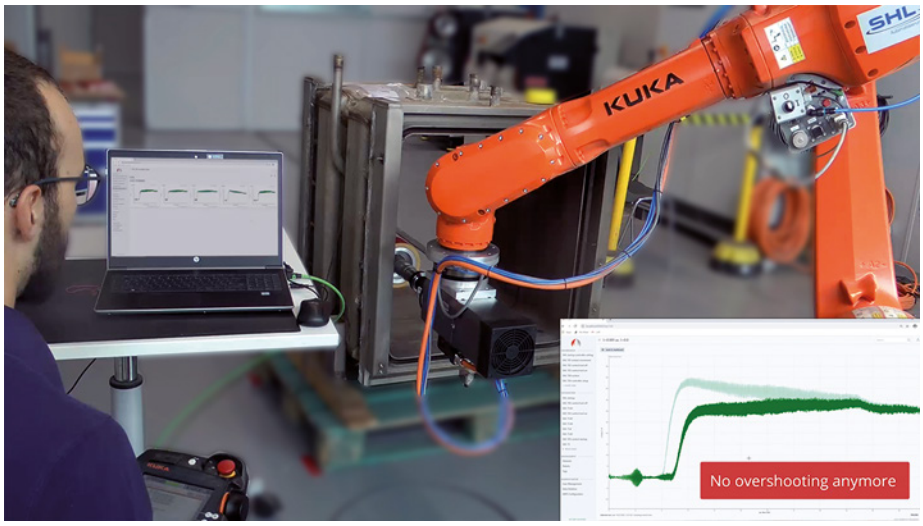
Möglichst einfach zu programmieren

Roboter und Cobots (kollaborative Roboter) stehen inzwischen von zahlreichen Herstel-

DeburringEXPO – Leitmesse für Entgrattechnologien und Präzisionsoberflächen

Antworten auf Fragen rund um die Automatisierung und den Robotereinsatz für das Entgraten und die Oberflächenfeinbearbeitung bietet die DeburringEXPO vom **12. bis 14. Oktober 2021** auf dem Messegelände **Karlsruhe**, Deutschland. Das Ausstellungsportfolio, das alle Entgrattechnologien wie Verfahren zur Herstellung von Präzisionsoberflächen umfasst, wird durch die Themenparks Automatisiertes Entgraten mit Industrierobotern, AM Parts Finishing und Reinigen nach dem Entgraten abgerundet. Für einen wertvollen Wissenstransfer sorgt das integrierte Fachforum der DeburringEXPO. Die simultan (Deutsch/Englisch) übersetzten Vorträge bieten Informationen über Lösungen zu aktuellen Aufgabenstellungen aus allen Ausstellungssegmenten, neuen Entwicklungen, Trends und Benchmark-Anwendungen.

➲ www.deburring-expo.de



Die enge Verzahnung von Prozessüberwachung und Optimierung durch die Softwarelösungen ArtiMinds RPS und LAR ermöglicht, eine flexible Schleifanlage schnell mit optimalen Parametern einzurichten (Bild: ArtiMinds Robotics, SHL Automatisierungstechnik)

Die Roboterzelle wurde für Entgratprozesse mit sehr hoher Anforderung an die Präzision und Reproduzierbarkeit entwickelt. Sie verbindet das Entgraten mit einem optischen Messsystem für die direkte Bauteilvermessung, sodass der Messvorgang mit einer Wiederholgenauigkeit von ± 1 µm durchgeführt werden kann (Bild: APEX)

lern in unterschiedlichsten Ausführungen vergleichsweise kostengünstig zur Verfügung. Insbesondere für Unternehmen mit kleineren und mittleren Stückzahlen, einem variantenreichen beziehungsweise häufig wechselnden Teilespektrum oder komplexen Bearbeitungsaufgaben stellt die Planung, Erstellung und Instandhaltung der Roboterprogramme nicht selten ein Automatisierungshindernis dar. Diese Aufgaben erforderten bisher häufig herstellerabhängige Programmierspezialisten und einen hohen Aufwand – und damit verbunden entsprechend hohe Kosten. Heute stehen für die Erzeugung der Roboterbahnplanung verschiedene Möglichkeiten zur Verfügung, die von Mitarbeitenden mit technischem Verständnis ohne spezifische Programmierkenntnisse durchgeführt werden können. Beim so genannten Teach-in fährt der Mensch die Roboterhand in die einzelnen anzufahrenden Positionen. Achsmesssysteme erfassen die jeweiligen Positionswerte, sie werden zusammen mit den Technologiedaten in der Steuerung gespeichert. Durch diese Online-Programmierung entsteht das gesamte Roboterarbeitsprogramm.

Eine Alternative dazu sind innovative Softwarelösungen, die Online- und Offline-Programmierung nahtlos miteinander kombinieren. Sie ermöglichen die intuitive Programmierung von Robotern inklusive damit kompatibler Peripherie-Hardware wie Greifer, Kamera, Kraft-Momenten-Sensor, ohne eine Zeile Code selbst schreiben zu müssen. Durch die Möglichkeit, die CAD-Daten des Bauteils in die 3D-Simulationsumgebung und Offline-Programmierung zu importieren, lassen sich Roboterbewegungsbahnen, beispielsweise exakt entlang der Bauteilkontur, automatisiert generieren. Die Ablaufsequenz der einzelnen Prozesse, also die Bewegungen und Arbeitsschritte, die der Roboter ausführen soll, wird per Drag and Drop vorprogrammierter Funktionsbausteine erstellt. Um Produkt- und Prozesstoleranzen auszugleichen, sodass beispielsweise beim Schleifen immer exakt die definierte Materialmenge abgetragen wird, verfügt die Software über bereits integrierte Schnittstellen und entsprechende Funktionsbausteine für das Einbinden der dafür notwendigen Sensorik und die Programmierung der Teilprozesse.

Mit einem optimal auf die Unternehmensanforderungen ausgelegten Konzept und der entsprechend daran angepassten Hard- und Software lassen sich Automatisierungslösungen für das Entgraten und die Oberflächenbearbeitung wirtschaftlich und nachhaltig umsetzen. D. Schulz

aqua plus
...wasser und mehr

Wasser- und Recyclingsysteme
für den effizienten und umweltgerechten Umgang mit einer wertvollen Ressource
water and recycling systems
for an efficient and environmentally compliant dealing with a valuable ressource
zertifizierter Fachbetrieb nach § 19 I WHG

aqua plus
Wasser- und Recyclingsysteme GmbH
Am Barnberg 14
D-73560 Böbingen an der Rems
Tel.: +49 71 73 / 71 44 18 - 0
www.aqua-plus.de

Wasserstoff – vom Labor in die breite Anwendung

Ressourcenschonung und Klimaschutz sind Themen, die uns alle bewegen. Wasserstoff als ein wichtiger Energieträger der Zukunft stand daher im Mittelpunkt des aktuellen Partnerschaftstreffens des SmartPro-Netzwerks. Experten vom Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) in Stuttgart gaben hierbei spannende Einblicke. Prof. Dr. Dagmar Goll und Prof. Dr. Volker Knoblauch von der Hochschule Aalen stellten im Anschluss aktuelle Aktivitäten aus Hochschule und SmartPro vor. Danach nutzten die über 100 Teilnehmerinnen und Teilnehmer die Gelegenheit, sich untereinander zu weiteren aktuellen Trends und Herausforderungen auszutauschen und zu vernetzen.

Energieträger der Zukunft

Wasserstoff wird zukünftig als alternativer Energieträger und als Rohstoff für die Industrie eine Schlüsselrolle in Klimaschutz und Energiewende einnehmen. Wasserstoff bietet nach den Worten von Prof. Dr. Gerhard Schneider, Rektor der Hochschule Aalen, durch seine besonderen Eigenschaften und vielseitigen Einsatzmöglichkeiten viele Ansatzpunkte zu den in SmartPro verfolgten Themen wie Mobilität oder Energiespeicherung. Obwohl für die breite Markteinführung von Wasserstoff noch eine Reihe von Herausforderungen zu meistern ist, zeigten Prof. Dr. Frithjof Staiß und Dr. Marc-Simon Löffler vom ZSW in ihrem Vortrag eindrucksvoll dessen Chancen auf. Sie beleuchteten nicht nur die Wichtigkeit von Wasserstoff weltweit, sondern gingen auch auf dessen nationale und regionale Bedeutung ein. Durch die vielfältigen Anwendungsbereiche eröffnen sich für Unternehmen durch die Erarbeitung und Umsetzung innovativer Lösungsansätze neue Chancen. *Wir brauchen die anwendungsorientierte Forschung und den raschen Transfer der Ergebnisse in die Unternehmen, um das Wertschöpfungspotenzial von Wasserstofftechnologien für die heimische Wirtschaft voll ausnutzen zu können – idealerweise also einen engen Austausch in langfristig angelegten Partnerschaften*, sagte Staiß. Das SmartPro-Netzwerk zeige eindrucksvoll, dass so etwas gut gelingen könne.

Eine Partnerschaft mit Zukunft

Über die aktuelle Entwicklung der SmartPro-Partnerschaft informierten die Sprecherin des Netzwerks Prof. Dr. Dagmar Goll und der stellvertretende Sprecher Prof. Dr. Volker Knoblauch. So konnten 24 neue Partner für die Fortsetzung von SmartPro gewonnen werden. *Das anhaltend große Interesse der Wirtschaft zeigt uns, dass wir mit unserer Strategie und den verfolgten Forschungsthemen richtig liegen*, freut sich Goll. Nicht nur aktuelle Trends und Ereignisse machten deutlich, dass Forschung mit Blick auf die Zukunft wichtiger denn je sei, zum Beispiel um Verbrennungsmotoren zu reduzieren. Wie Prof. Knoblauch ergänzt, eröffne der direkte und intensive Austausch mit Unternehmen der Hochschule die Sicht auf für die Wirtschaft relevante Themen und liefere zahlreiche Impulse für neue anwendungsorientierte Fragestellungen mit hohem Zukunftspotenzial.

Aktuelle Herausforderungen im Fokus

Forschungsaktivitäten in SmartPro adressieren zum Beispiel Energiewandler (energieeffiziente Elektromotoren), Energiespeicher (leistungsfähige und langlebige Batterien) oder Leichtbaukomponenten (neue Multimaterialverbünde) – alle haben dabei Klimaschutz und Ressourcenschonung im Blick. In Kleingruppen diskutierten die Teilnehmer zum Abschluss des Partnerschaftstreffens aktuelle Entwicklungen und Herausforderungen zu diesen Themen. Unternehmenspartner gaben kurze Impulse: So präsentierte Dr. Matthias Katter, Direktor Forschung und Entwicklung von Permanentmagneten der Vacuumschmelze GmbH & Co. KG, aktuelle Entwicklungstrends bei Seltenerd-Dauermagneten, während sich bei Dr. Nicolas Bucher, Drittmittelprojektmanager bei der Varta AG, alles um zukünftige elektrische Speicheranwendungen drehte. Auch Dr. Elmar Beeh vom Institut für Fahrzeugkonzepte des Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt e. V. (DLR) wagte einen Blick in die Zukunft und zeigte auf, wie sich der Leichtbau in der Automobilbranche entwickeln könnte. *Seit Beginn von SmartPro setzen wir auf vertrauensvolle Kooperationen zwischen Hochschule und Wirtschaft, mit Transfer- sowie Forschungspartnern und eine strategische Vernetzung der Partner*, sagte Dr. Kristina Lakomek aus dem SmartPro-Managementteam; beim jährlichen Partnerschaftstreffen kämen alle zusammen – im Zeitalter der Digitalisierung und Pandemie eben online. Den persönlichen Austausch könne dies natürlich nicht ersetzen, daher freue man sich schon auf das nächste Partnerschaftstreffen, *hoffentlich dann von Angesicht zu Angesicht*.

➲ **www.smart-pro.org**
➲ **www.hs-aalen.de**

Wasserstoff bietet Ansatzpunkte zu Forschungsthemen des Kooperationsnetzwerks SmartPro; Feststoffbatterien untersucht hier das Team um Dr. Pinar Kaya vom Institut für Materialforschung IMFAA der Hochschule Aalen (Foto: © HS Aalen/Jan Walford)

Inserentenverzeichnis

acp systems	13	G&S Philipp	30	Sager + Mack GmbH	Titel, 1
Airtec Mueku GmbH	22	Harter GmbH	27	Dr.-Ing. Max Schlötter	U2
aqua plus GmbH	39	Hehl Galvanotronic	21	Siebec GmbH	23
B+T Unternehmensgruppe	15	Höckh GmbH	31	Sita GmbH	35
Dörken MKS	11	Walter Lemmen GmbH	25	Softec AG	31
ecoclean Group	29	Munk GmbH	U4	TIB AG	33
FST Drytec GmbH	9	Pero AG	37	TU Ilmenau	U3

Masterstudiengang

Elektrochemie und Galvanotechnik

Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Elektrochemie und Galvanotechnik (M.Sc.)

Abschluss
Master of Science

Zulassungsvoraussetzung
verwandter Bachelorabschluss

Regelstudienzeit
4 Semester

Studienbeginn
1. April oder 1. Oktober

Die Entwicklung und Optimierung von Prozessen und Technologien für leistungsfähige und nachhaltige Beschichtungstechniken, die Erforschung neuer Technologien für Energiespeicher und -wandler oder der Test und die Verbesserung von Korrosions- und Verschleißschutzschichten sind typische Arbeitsfelder von Ingenieuren*innen der Elektrochemie und Galvanotechnik. **Ein deutschlandweit einmaliger Masterstudiengang mit einzigartigen Berufsaussichten.**

Informationen zum Studiengang: **www.tu-ilmenau.de/studieninteressierte/**
Studienfachberatung: **Univ.-Prof. Dr. rer. nat. habil. Andreas Bund**
andreas.bund@tu-ilmenau.de

www.tu-ilmenau.de

TECHNISCHE UNIVERSITÄT
ILMENAU

MUNK
WE HAVE THE POWER!

Das neue gamma L3+

Die energieeffiziente Gleichrichter-Lösung für den Schrankeinbau.

mehr Leistung

mehr Ausgangsstrom

höherer Wirkungsgrad

OT
ZVO-OBERFLÄCHENTAGE
BERLIN
23.-24.09.2021
Kongress für Galvano- und Oberflächentechnik
HYBRID EDITION
Wir stellen aus
Stand Nr.:
41

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

Folgen Sie uns!

/munkgmbh

/company/munk-gmbh

www.munk.de

www.rectifier.com