

WOMAG

Kompetenz in Werkstoff und funktioneller Oberfläche

55 YEARS MUNK
WE HAVE THE POWER

RETROFIT MIT PAYBACK EFFEKT

CO₂ reduziert – Geld gespart:
Maximale Effizienz!

www.munk.de |   

	ZVO-OBERFLÄCHENTAGE	Wir stellen aus
	BERLIN 24.-26.9.2025	Stand Nr.: 31
Kongress für Galvano- und Oberflächentechnik		

WERKSTOFFE

Lösungen und Knowhow für industrielle Reinigungsprozesse

OBERFLÄCHEN

Alternative Technologien zur Verchromung

WERKSTOFFE

Aluminiumproduktion – Einschlüsse sicher erkennen mit Ultraschall

OBERFLÄCHEN

Der Weg zur Highend-Filtration – Innovatives Filtersystem

MEDIZINTECHNIK

Reinigungsverfahren für Life-Science-Branchen

SPECIAL

Kaltplasmagespritzte Al₂O₃- Verschleißschutzschichten mit erweiterten Funktionalitäten

SEPTEMBER 2025

Branchen-News täglich: womag-online.de



UNSERE BESTEN: DIE RENNER ECO-LINE.

renner-pumpen.de





**Highlight-
Thema:
HIGH PURITY**

Cleaning redefined!

parts2clean

**Internationale Leitmesse für industrielle
Teile- und Oberflächenreinigung**

**7.–9. Oktober 2025
Stuttgart • Germany
parts2clean.de**

Weitere
Informationen:



**parts2
clean**

Reinigung und Sauberkeit



Die Anfang Oktober stattfindende Fachmesse für industrielle Teilereinigung parts2clean erfährt seit Jahren ein hohes Interesse. Hier finden sich alle Angebote rund um die Reinigung von Werkstoffoberflächen in den unterschiedlichsten Fertigungsprozessen sowie zur Prüfung der Reinheit von Oberflächen. Einer der Gründe für das Interesse der Angebote ist sicher die Tatsache, dass Unternehmen auf breiter Front die Vorteile von saubereren Oberflächen in den verschiedenen Stufen der industriellen Fertigung erkannt haben: zum einen die Reduzierung von Produktionsfehlern auf-

grund von Verunreinigungen, zum anderen die Steigerung der Qualität der hergestellten Produkte. In diesem Jahr steht die Nachhaltigkeit der Prozesse im Fokus; Ressourcenverbrauch und CO₂-Fußabdruck bei den Anwendern der Reinigungsverfahren sollen verbessert werden. Wir dürfen gespannt sein, wie erfolgreich die Fachmesse in diesem Jahr sein wird. Inhalte zu der Fachmesse finden sich auch in der Ausgabe WOClean, die als Online-Ausgabe über die Homepage der WOTech sowie der WOMag-App erschienen und kostenfrei verfügbar ist.

Die Steigerung der Nachhaltigkeit steht auch bei dem neuen, innovativen Filtersystem der Sager + Mack im Vordergrund, das in Zusammenarbeit mit dem Unternehmen Dr.-Ing. Max Schlötter entwickelt und bei der Grau + Wagenblast seinen Praxistest erfolgreich bestanden hat (Bericht dazu auf den Seiten 28 ff). Ein Grund für die Entwicklung der vollkommen neuartigen Filtrationstechnologie ist, dass bei der Abscheidung von Zink als alkalischem Verfahren sehr feine Ausfällungen entstehen. Diese können nach Aussage von betroffenen Beschichtungsunternehmen zu Störungen der Zinkschichten durch die Bildung von Zink-Whiskern führen; in deren Folge zum Beispiel auch die Korrosionsbeständigkeit der Zinkschichten leiden kann. Durch das neue Filtersystem lassen sich die störenden Verunreinigungen im Elektrolyten sehr effizient entfernen. Zudem zeichnet es sich durch eine sehr einfache Bedienung oder auch eine Reduzierung der Abfallmengen aus.

Fortschritte bei Reinigungsmöglichkeiten betreffen also nicht nur die Werkstoffoberflächen sondern können auch bei den chemischen Systemen der Galvanotechnik zu deutlichen Verbesserungen führen.

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
präsentiert:

7. GALVANO-Zirkel

DEUTSCHES
AUTOMUSEUM
Schloss
Langenburg

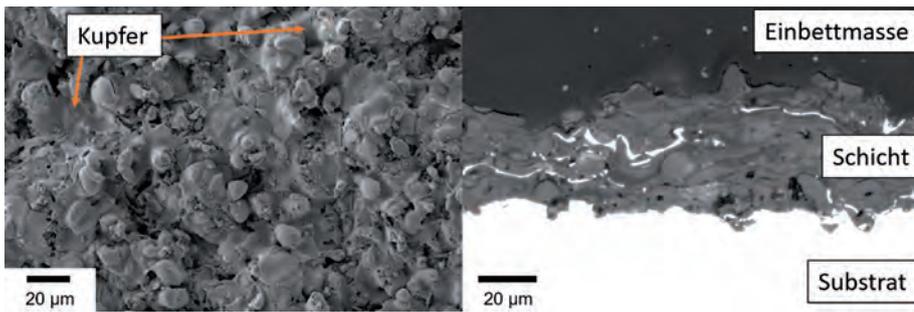
23.10.2025

JETZT ANMELDEN!



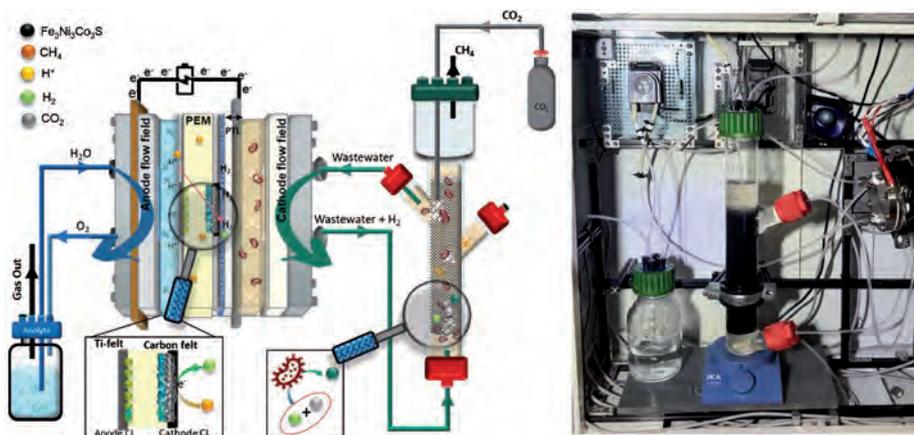
Sager + Mack GmbH & Co. KG
Max-Eyth-Str. 17
74532 Ilshofen-Eckartshausen
info@sager-mack.com | +49 7904 9715-0

INHALT



21 Neuartige Verschleißschutzschichten mittels Kaltplasmaspritzen

28 Innovative Filtertechnologie



34 Kombination von Biotechnologie und Elektrochemie

37 Praxis der Galvanotechnik

WERKSTOFFE

- 4** Lösungen und Knowhow für zukunftsorientierte industrielle Reinigungsprozesse
- 6** Kreislaufwirtschaft für Elektromotoren und Batterien: Ein Leben ist nicht genug
- 7** Aluminiumproduktion – Einschlüsse sicher erkennen mit Ultraschall
- 8** Zukunftstrends der Fertigungstechnik auf der EMO Hannover
- 8** Verkürzen der Messzeiten in der Werkstoffanalytik
- 10** Ein starkes Team: Automatisierung und Lasertechnik
- 12** Ästhetische und effiziente Fassaden
- 13** Verbundprojekt NaPolEon
- 14** Für jede Aufgabenstellung und Branche die richtige Reinigung
- 15** Serfilco und Process Technology kooperieren weltweit – Erwerb von Dynatronix/USA eröffnet neue Perspektiven
- 16** Effiziente Kunststoffverarbeitung durch gezielte Fließoptimierung

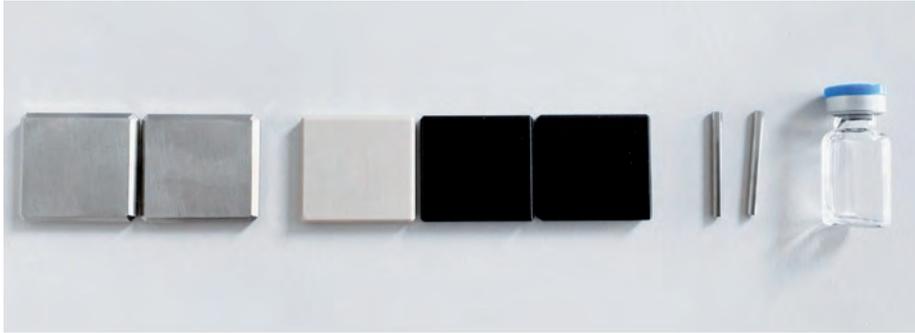
MEDIZINTECHNIK

- 17** Ressourcenschonendes, sicheres Reinigungsverfahren für Life-Science-Branchen

OBERFLÄCHEN

- 20** Fraunhofer IPA auf den ZVO-Oberflächentagen 2025 – Zwischen Werkstoffinnovation und digitaler Transformation
- 21** Kaltplasmagespritzte Al₂O₃-Verschleißschutzschichten mit erweiterten Funktionalitäten
- 24** Alternative Technologien zur Verchromung
- 28** Der Weg zur Highend-Filtration – Innovatives Filtersystem durch hervorragendes Teamwork
- 30** 7.GALVANO-Zirkel – Neues und Interessantes für die Oberflächentechnik
- 32** Neue Schutzschichten für die Fusionsenergie
- 34** Kreislaufwirtschaft und Stoffverbote

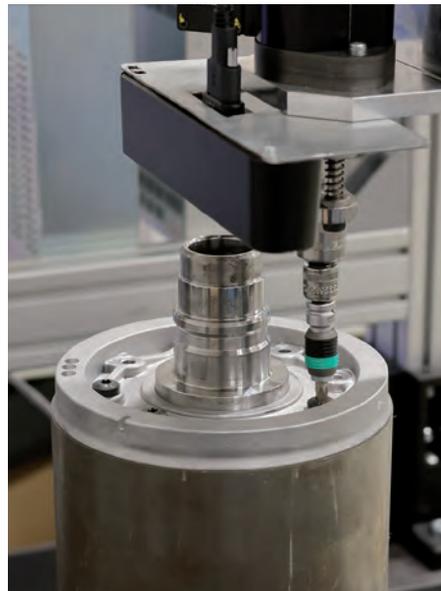
INHALT



17 Reinigungstechnologie für Oberflächen von Life-Science-Produkten



32 Hightech-Beschichtungen



6 Recycling in der Elektrotechnik

VERBÄNDE

37 Aluminiumoberflächen und mehr – Einblicke in die Praxis der Oberflächenbehandlung
– DGO-Bezirksgruppe Stuttgart

BERUF + KARRIERE

39 Das braucht die Branche: qualifizierte und engagierte Nachwuchskräfte

Zum Titelbild: Seit inzwischen 55 Jahren entwickelt und fertigt Munk hocheffiziente Geräte zur Stromversorgung, die alle Anforderungen der Kunden in Branchen wie zum Beispiel der Galvano- und Oberflächentechnik erfüllen; www.munk.de

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 2025 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
kaeszm@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. 14 vom 22. Oktober 2024

Inhalt

WOMag berichtet über:

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

Leserkreis:

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

WOMag-Beirat

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

Bankverbindung

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

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

Gerichtsstand und Erfüllungsort

Gerichtsstand und Erfüllungsort ist Waldshut-Tiengen

Herstellung

WOTech GbR

Grafische Gestaltung (Grundlayout)

Wasserberg GmbH

Druck

Holzer Druck + Medien GmbH & Co. KG
Fridolin-Holzer-Straße 22+24, 88171 Weiler
© WOTech GbR, 2025

Lösungen und Knowhow für zukunftsorientierte industrielle Reinigungsprozesse

Von der Entfettung und Entgratung über die klassische Bauteilreinigung bis zu Feinst- oder High Purity-Anwendungen – ebenso vielfältig wie die Aufgabenstellungen in der Industrie sind die Lösungen der Aussteller der diesjährigen parts2clean. Darüber hinaus ermöglicht das attraktive Rahmenprogramm der 21. internationalen Leitmesse für industrielle Teile- und Oberflächenreinigung Besuchern, Knowhow für die prozesssichere, wirtschaftliche und nachhaltige Durchführung ihrer individuellen Reinigungsaufgaben zu generieren. Die parts2clean wird vom 7. bis 9. Oktober 2025 auf dem Messegelände Stuttgart durchgeführt.



Die Qualität und einwandfreie Funktion von Produkten hängen entscheidend von der Sauberkeit einzelner Komponenten ab. Das macht die Teilereinigung in allen Industriebereichen nicht nur zu einem Wertschöpfungsfaktor, sondern die gute und einfache Reinigbarkeit von Bauteilen auch zu einer Umsetzungsvoraussetzung von Produktneuentwicklungen. Dabei geht es einerseits darum, definierte Sauberkeitsvorgaben stabil und wirtschaftlich zu erreichen, andererseits muss die Teilereinigung durch strengere Anforderungen an den Klimaschutz energie- und ressourcenschonender gestaltet werden. Das stellt Unternehmen in mehrfacher Hinsicht vor neue Herausforderungen. Denn um auch zukünftig wettbewerbsfähig zu sein, kommt es darauf an, nicht nur die aktuellen und künftigen Anforderungen an die Oberflächengüte von Werkstücken in den verschiedenen Industriebereichen zu kennen, sondern auch in der Teilereinigung Lösungen für eine verbesserte Nachhaltigkeit und höhere Wirtschaftlichkeit zu implementieren.

Darüber hinaus kommt es mehr denn darauf an sicherzustellen, dass gereinigte Teile sauberkeitsgerecht verpackt und transportiert werden. *Durch das weltweit umfassendste und aktuellste Lösungsangebot für alle Bereiche in der industriellen Teilereinigung ist die parts2clean dafür die ideale Informations- und Beschaffungsplattform*, sagt Ramtin Randjbar-Moshtaghin, Project Director bei der Deutschen Messe AG. Dies zeigt sich auch daran, dass auf der internationalen Leitmesse für industrielle Teile- und Oberflächenreinigung vom 7. bis 9. Oktober 2025 auf dem Stuttgarter Messegelände alle internationalen Markt- und Technologieführer vertreten sein werden.

Innovationen, Trends und Wissen zur Lösung der Herausforderungen

Viele der Unternehmen nutzen nach Aussage von Ramtin Randjbar-Moshtaghin ihren Messeauftritt, um neue und weiterentwickelte Lösungen vorzustellen. Daher sind es die Präsentationen der Aussteller, die einen Mes-

besuch zu einem *Muss* für zukunftsorientierte Unternehmen machen. Aber nicht nur – denn auch das anspruchsvolle Rahmenprogramm der diesjährigen parts2clean bietet viel Wissen und Knowhow, um die Teilereinigung unter den Aspekten Sauberkeit, Wirtschaftlichkeit sowie Energie- und Ressourceneffizienz zu optimieren, merkt der Project Director an. Darüber hinaus werden Reinigungstrends in Hightech- und Wachstumsbranchen wie der Halbleiterindustrie und ihrer Zulieferer, der Vakuumtechnik, Luft- und Raumfahrt, Rüstungsindustrie, Mess- und Analysetechnik, Medizin- und Pharmatechnik, Sensortechnik, New Mobility und Elektronik thematisiert.

So ist das integrierte p2c.Expertforum, dessen fachliche Koordination durch den Fraunhofer-Geschäftsbereich Reinigung und den Fachverband industrielle Teilereinigung (FiT) erfolgt, durch seinen Charakter einer Weiterbildungsveranstaltung seit vielen Jahren eine international gefragte Wissensquelle. Die simultan übersetzten (Deutsch <> Englisch)



Das diesjährige Programm des p2c.Expertforums beinhaltet unter anderem Sessions zu den Themen Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft, zu Anwendungen, Herausforderungen und Lösungen im High Purity-Bereich sowie zum Prüfen und Analysieren gereinigter Oberflächen
(Deutsche Messe AG/Rainer Jensen)



Die informativen zweisprachigen Vorträge hochrangiger Referenten verleihen dem p2c.Expertforum den Charakter einer Weiterbildungsveranstaltung, was es seit vielen Jahren zu einer international gefragten Wissensquelle im Bereich der Bauteilreinigung macht
(Deutsche Messe AG/Rainer Jensen)



Heute sind vorgegebene Sauberkeitsspezifikationen nicht nur stabil, wirtschaftlich und nachhaltig zu erreichen, es muss auch sichergestellt werden, dass die gereinigten Teile sauberkeitgerecht verpackt und transportiert werden (Deutsche Messe AG/Rainer Jensen)

Vorträge von hochrangigen Experten aus Industrie und Verbänden sowie aus Wissenschaft und Forschung gliedern sich an den drei Tagen in insgesamt elf Themenbereiche. Dabei sind Grundlagen industrieller Reinigungsprozesse sowie Präsentationen zu in-

novativen Produkten und Dienstleistungen ebenso auf der Agenda zu finden wie Forschungs-Highlights aus der Branche. In Sessions unter anderem zur Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft, zu den Anwendungen, Herausforderungen und Lösungen im High Purity-Bereich sowie zum Prüfen und Analysieren gereinigter Oberflächen werden aktuelle Entwicklungen, Anforderungen und Benchmark-Applikationen thematisiert. Ein weiteres Themenfeld beschäftigt sich mit kombinierten beziehungsweise erweiterten Prozessen und Verfahren, wie beispielsweise Entgraten und Reinigen in einem Prozess sowie der Funktionalisierung von Oberflächen durch Laserbearbeitung.

Die gemeinsam mit dem CEC (Cleaning Excellence Center) organisierte Sonderschau *Prozesskette Technische Sauberkeit* betrachtet die Reinigung mit den umgebenden Fertigungsprozessen. Sie eröffnet Besuchern die Möglichkeit, den Weg zu sauberen Bauteilen

anschaulich Step by Step nachzuvollziehen und liefert damit Impulse für unternehmensspezifische Lösungsansätze.

Zu den Highlights des diesjährigen Rahmenprogramms zählt die Verleihung des 4. FiT-2clean Awards am letzten Messetag. Den mit 10 000 Euro dotierten Innovationspreis vergibt der FiT jährlich für herausragende Leistungen und neue Lösungen zu aktuellen Herausforderungen in der industriellen Bauteilreinigung. *Bevor der Gewinner des diesjährigen Awards gekürt wird, präsentieren alle drei Finalisten ihre Entwicklungen*, erläutert Ramtin Randjbar-Moshtaghin.

Weitere Informationen über die parts2clean und zum Rahmenprogramm sowie der Vorträge des zweisprachigen p2c.Expertforums sind auf der Homepage der parts2clean abrufbar.

Doris Schulz

➔ www.parts2clean.de



Ihr Spezialist für Wassertechnik

Unsere Leistungen auf einen Blick

- Turn-Key Installationen
- Umfassendes Know-how
- Optimierung bestehender Anlagen inklusive Service, Abwasserchemie & Ersatzteilen

aqua plus Wasser- und Recyclingsysteme GmbH

Am Barnberg 14, 73560 Böbingen an der Rems

Tel.: +49 7173 714418-0, info@aqua-plus.de

www.aqua-plus.de



≡ Kreislaufwirtschaft für Elektromotoren und Batterien:

Ein Leben ist nicht genug

Reparieren (repair), überholen (refurbish), wiederaufbereiten (remanufacture) und recyceln sind Kernprinzipien der Kreislaufwirtschaft. Für einen schonenden Umgang mit Ressourcen sollten möglichst viele Rohstoffe und Bauteile in Produkten weiter- oder wiederverwendet werden. In der Praxis scheitern gut gemeinte Ansätze oft an den Kosten – wenn die Rückgewinnung dieser Rohstoffe mit zu viel Handarbeit verbunden oder aufgrund der Produktbeschaffenheit zu aufwändig ist. Wie es besser geht, zeigt das ZIRKEL-Konsortium am Beispiel von Elektromotoren und Hochvoltspeichern in Automobilen: mit einem Produktdesign, in dem eine spätere Zerlegung bereits mitgedacht wird, und mit automatisierten, hocheffizienten Demontageprozessen zur Rückgewinnung wertvoller Rohstoffe.

Das Innenleben von Elektromotoren besteht zu einem hohen Anteil aus gefragten Metallen wie Kupfer und Aluminium und Seltenen Erden wie Neodym. Alles Materialien, deren Rückgewinnung angesichts wachsender Ressourcenknappheit und geopolitischer Abhängigkeiten immer essenzieller wird. Das vom Bundesministerium für Forschung, Technologie und Raumfahrt geförderte Projekt ZIRKEL entwickelte nach Mitteilung des Fraunhofer IWU in den vergangenen dreieinhalb Jahren praxisnahe Lösungen für eine automatisierte Demontage und eine anspruchsvolle stoffliche Verwertung hochintegrierter Komponenten aus batterieelektrischen Fahrzeugen. Während ein Teil des Konsortiums sich dabei auf Hochvoltbatteriespeichersysteme konzentrierte, standen für das Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU der Elektromotor und seine stoffliche Wiederverwertung im Fokus.

Schraubverbindungen schnell und effizient lösen

Als Antwort auf die Frage wie sich Schraubverbindungen schnell und effizient lösen lassen, auch wenn die Komponenten verschmutzt oder abgenutzt sind, entwickelte das Fraunhofer IWU einen adaptiven, robotergestützten Demonstrator für das automatisierte Lösen von Schraubverbindungen. Statt eines klassischen Industrieroboters kommt ein Portalroboter zum Einsatz. Mithilfe maschineller Bildverarbeitung und KI-Algorithmen gelingt es dem System, Position und Zustand von Schraubverbindungen zu erkennen und gezielt zu lösen, was auch bei verschmutzten oder abgenutzten Komponenten funktioniert.

Ergebnis: detaillierte Demontageanleitungen

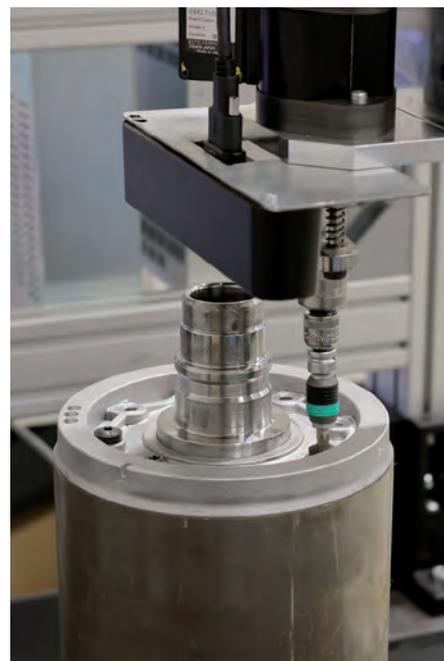
Den Ausgangspunkt bildete ein mehrstufiger Demontageworkshop am Fraunhofer IWU, bei dem Hinterachs- und Vorderachsmotoren

aus dem Volkswagen-Konzern demontiert, analysiert und die Prozessschritte dokumentiert wurden. Dabei entstand eine detaillierte Demontageanleitung, die als Grundlage für die Definition von automatisierten Prozessen diente. Die gewonnenen Erkenntnisse flossen direkt in konkrete Designempfehlungen für kreislaufgerechte Konstruktionen ein, etwa zur Vereinheitlichung von Schraubverbindungen oder zur verbesserten Zugänglichkeit von Verbindungselementen im Demontagefall. Besonderes Augenmerk galt den im Rotor verbauten Neodym-Magneten, die mit dem Element Neodym einen der wertvollsten Rohstoffe für die Elektromobilität enthalten. Im Projekt wurden verschiedene Remanufacturing-Verfahren erprobt, etwa die mechanische Entnahme nach vorheriger Trennung des Blechpakets oder der gezielte Ausbau mittels hydraulischer Pressen. Das Ergebnis ist eine praxistaugliche Methodik zur möglichst beschädigungsfreien Rückgewinnung und Wiederverwendung der Magnete.

Fazit: Erst mit Design for Recycling wird der Kreislaufgedanke wirtschaftlich

Ziel des Vorhabens war es, Demontage- und Remanufacturingprozesse technologisch so weiterzuentwickeln, dass selbst komplex aufgebaute Batteriespeichersysteme und Elektromotoren weitgehend automatisiert und damit wirtschaftlich rückgebaut werden können. Zahlreiche Prozesse und Arbeitsschritte beschreiben nun den Weg von der CAD-gestützten Demontageplanung über eine automatisierte Schraubenerkennung bis hin zur experimentellen Wiederaufbereitung von Magnetmaterialien.

Die entwickelte Lösung hat den Vorteil, adaptiv zu sein, wodurch sich die Rüstzeiten deutlich reduzieren. Zunächst wird in einer Grobausrichtung erkannt, dass sich ein Bauteil in der Demontagezelle befindet. Anschließend (Feinausrichtung) wird nach bereits ein-



Schraubwerkzeug zum Lösen von Schraubverbindungen ©Fraunhofer IWU

gelernten Fügeverbindungen gesucht. Nun kann bauteilunabhängig demontiert werden; einzige Voraussetzung ist, dass der Schraubenkopf einmalig trainiert wurde. Es können beliebig viele Schraubenköpfe eingelernt werden. Für die entwickelte kostengünstige Hardwarelösung genügen Standardstereokameras.

Das ZIRKEL-Konsortium

Hinter ZIRKEL steht ein Konsortium aus Industrie und Forschung. Zu den Partnern zählen: Volkswagen AG, Liebherr-Verzahntechnik GmbH, Automationssysteme, Deckel Maho Pfronten GmbH, Ascon Systems GmbH, Arxum GmbH, Synergeticon GmbH, Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST sowie federführend die TU Braunschweig.

➔ www.iwu.fraunhofer.de

Aluminiumproduktion – Einschlüsse sicher erkennen mit Ultraschall

Dank seiner physikalischen Eigenschaften spielt Aluminium eine große Rolle für die Kreislaufwirtschaft und das Erreichen der Klimaneutralität. Bei der Verarbeitung entscheidend ist eine hohe Materialgüte: Verunreinigungen in der Aluminiumschmelze verringern die Qualität fertiger Bauteile. Anders als bisherige Analysemethoden kann das ultraschallbasierte Messsystem AloX des Fraunhofer-Instituts für Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP vorhandene Einschlüsse gleichermaßen zuverlässig, schnell und kostengünstig aufspüren. Für die Entwicklung des innovativen Werkzeugs erhielt das Forschungsteam nach Mitteilung von Fraunhofer den Joseph-von-Fraunhofer-Preis 2025.

Große, schwer zugängliche Gerätschaften und hohe Temperaturen: Die Bedingungen in Gießereien sind extrem. Für diese Arbeit mit flüssigem Metall braucht es bei Mensch und Maschine Flexibilität und Widerstandskraft. Mit Blick auf diese herausfordernde Umgebung sollte ein Forschungsteam des Fraunhofer IZFP für Kunden aus der Aluminiumbranche ein neues Messsystem für Verunreinigungen in der Metallschmelze entwickeln – ein wichtiges Werkzeug während des Produktionsprozesses.

Sicherheitsrisiko Verunreinigungen

Die Reinheit der Schmelze, deren Temperatur zwischen 600 und 800 °C beträgt, ist enorm wichtig für das spätere Endprodukt, sagt Dr. Thomas Waschkies, Chief Scientist Sensorphysik am Fraunhofer IZFP. Die in der Schmelze vorhandenen keramischen Partikel beispielsweise verflüssigten sich erst oberhalb von 2000 °C und blieben als Einschlüsse im fertigen Bauteil erhalten, wenn sie nicht gezielt entfernt würden. Das kann zu Rissen und Löchern und damit, im schlimmsten Fall, zum Versagen von Bauteilen führen, so Dr. Thomas Waschkies. Von Beginn an leitete er das Projekt gemeinsam mit seiner Kollegin Andrea Mroß, die heute an dem Saarbrücker Institut im Bereich Strategie und Forschungsprogrammatisierung tätig ist.

Kreislaufwirtschaft und Klimaneutralität

Aluminium ist nach Stahl das am häufigsten verwendete Metall weltweit und spielt unter anderem durch seinen Einsatz im Leichtbau eine große Rolle für die Klimaneutralität. Zu-

dem lässt es sich mit geringem Energieaufwand wiederaufbereiten und leistet so einen hohen Beitrag für die Kreislaufwirtschaft. Zur Qualitätskontrolle von Aluminiumschmelze gibt es auf dem Markt bereits unterschiedliche Messsysteme, die allerdings entweder teuer, nur durch eigens geschulte Fachkräfte bedienbar oder höchst zeitaufwändig sind und daher nur eine stichprobenartige Kontrolle erlauben.

Ultraschallbasiertes Messsystem

Vor diesem Hintergrund entstand am Fraunhofer IZFP die Idee eines mobilen, ultraschallbasierten Messsystems für die Aluminiumschmelze. Die Funktionsweise von AloX – der Projektname setzt sich zusammen aus den Begriffen Aluminiumschmelze und Oxideinschlüsse – lässt sich anhand eines Alltagsbeispiels erklären: Das System funktioniert analog zu einem Parksensoren im Auto: Das in die Schmelze eingetauchte System sendet Signale, die von einem Reflektor zurückgeworfen werden. Schwimmen Partikel vorbei, also Verunreinigungen, entstehen Störsignale, so Andrea Mroß. Diese ermöglichen es, direkt vor Ort in die Produktion einzugreifen und so die Qualität zu sichern.

Die Herausforderung bei der Entwicklung des Systems lag vor allem in den extremen Bedingungen am Einsatzort Gießerei: Die heiße Schmelze erzeugt eine sehr hohe Wärmestrahlung, von der neben dem System selbst auch die gesamte tragende Einheit betroffen ist. Darüber hinaus ist Aluminiumschmelze stark korrosiv und greift metallische Werkstoffe an. Im engen Austausch mit der Industrie

entwickelte das Team schließlich einen ersten Prototyp: Der Messwagen verfügt über eine Messeinheit mit speziellen Ultraschallwellenleitern und integrierter Kühlung sowie über eine eigens entwickelte Software mit patentiertem Auswertalgorithmus. Auch der Wechselmechanismus für die aus Titan bestehenden Ultraschallwellenleiter ist inzwischen patentiert.

Industrieller Einsatz

Aktuell arbeitet das Team an AloX 2.0, das im Vergleich zum ersten weiter optimiert wurde. Ein Faktor ist jedoch gleichgeblieben: Nahezu alle Komponenten sind Eigenentwicklungen des Fraunhofer IZFP. Von den Ultraschallsensoren über die Auswertungssoftware und Elektronik bis zur Mechanik des Gehäuses: AloX ist ein Gesamtpaket aus einer Hand, fasst Andrea Mroß zusammen. Im nächsten Schritt steht für die Forschenden die breite industrielle Anwendung des Systems bevor – zunächst in der Aluminiumherstellung. Doch auch weitere Einsatzzwecke sind denkbar, etwa zur Qualitätskontrolle von anderen Metallschmelzen oder bei der Produktion von Klebstoffen und Lebensmitteln.

Joseph-von-Fraunhofer-Preis 2025

Seit 1978 verleiht die Fraunhofer-Gesellschaft jährlich Preise für herausragende wissenschaftliche Leistungen ihrer Mitarbeitenden, die anwendungsnahe Probleme lösen. In diesem Jahr wurden drei Preise mit jeweils 50 000 Euro an Gruppen mit Forschenden vergeben.

➔ www.izfp.fraunhofer.de



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

Zukunftstrends der Fertigungstechnik auf der EMO Hannover

EMO Hannover bietet Impulse zur Stärkung von Innovationskraft und Zukunftsfähigkeit der Produktion

In Zeiten großer Herausforderungen und erheblicher Belastungen sind neue Impulse zur Stärkung von Innovationskraft und Zukunftsfähigkeit der Produktion gefragter denn je. Diese Impulse bietet die EMO Hannover, Weltleitmesse der Produktionstechnologie, vom 22. bis 26. September auf der *EMO Innovation Stage*. Während der gesamten Messe gewährt die zentrale Plattform in Halle 12, Stand A60, Einblicke in relevante technische Trends, unternehmerische Strategien und übergeordnete Perspektiven. *Wir haben Vertreterinnen und Vertreter unserer Aussteller, Repräsentanten wichtiger Abnehmerbranchen sowie Experten aus Wirtschaft, Wissenschaft und Politik gebeten, ihre Einschätzung zur künftigen Entwicklung der internationalen Industrie darzustellen*, beschreibt Dr. Markus Heering, Geschäftsführer beim EMO-Veranstalter VDW, die Zielsetzung.

Ein besonderes Highlight sind die so genannten *P.O.P.-Talks – Perspectives of Production* – kurze, pointierte Impulsvorträge mit anschließender Diskussion. Internationale Unternehmenslenker und Experten geben Denkanstöße zu Einsatz und Auswirkung Künstlicher Intelligenz (KI) in der Fertigung – an den fünf Messetagen auf der EMO Innovation Stage jeweils zwischen 14:00 und 15:00 Uhr mit den Themen:

- Prof. Dr. Patrick Glauner, Professor für KI an der TU Deggendorf und geschäftsführender Gesellschafter von Skyrocket.ai: *KI in der Produktion: aktuelle Trends in Technik, Kommerzialisierung und Regulatorik*
- Dr. Rainer Bischoff, General Manager Deutschland Intrinsic AI, eine Tochtergesellschaft von Alphabet: *Automatisierung von Werkzeugmaschinen mit KI-gesteuerten Robotern*
- Jörg Fenstermann, Werksleiter VW in Kassel, Dr. Sebastian Schneider, Head of R&D Processes, DMG Mori, und Dr. Dominik Rohrmus, Chief Expert Software CTO, Siemens: *Wie KI die zukünftige industrielle Produktion verbessert!*
- Mirko Ross, CEO, asvin: *Wirksamer Schutz von KI-Trainingsdaten*
- Sascha Lobo, Publizist und Blogger: *KI im produzierenden Gewerbe – Wachstumsmotor oder Existenzbedrohung?*

Die P.O.P. Talks werden ergänzt durch Highlight-Vorträge mit prominenten Persönlichkeiten aus Industrie, Forschung, Politik und anderen Bereichen, in denen zentrale Zukunftsfragen der Produktionstechnik erörtert werden. Zu den bisher bestätigten Namen gehören Stephen Hooper, Vice President, Design & Manufacturing Product Development von Autodesk, und Julia Jäkel, langjäh-

rige Vorstandsvorsitzende von Gruner + Jahr sowie Mitinitiatorin der Initiative für einen handlungsfähigen Staat, die jüngst ihr Gutachten an den deutschen Bundespräsidenten übergeben hat.

Abgerundet wird das Rahmenprogramm auf der Innovation Stage schließlich durch Präsentationen der Aussteller, die täglich von 10:00 bis 17:00 Uhr Einblicke in technologische Entwicklungen und innovative Strategien bieten. Themen sind unter anderem Automatisierung und Digitalisierung, Additive Manufacturing, Einsatz von Kühlschmierstoffen – ja oder nein, 3D Messtechnologie, Ersatzteilbeschaffung in der Industrie u.v.m.

Auf der EMO Innovation Stage treten wir mit einer enormen inhaltlichen Bandbreite an, sagt Markus Heering vom VDW abschließend. Besucher und Aussteller seien herzlich eingeladen, das Angebot zu nutzen, Inspirationen mitzunehmen, um die eigene Fertigung zu modernisieren und in den Dialog über die Zukunft der Industrie unter verschiedenen Perspektiven einzutreten.

Das Programm der EMO Innovation Stage finden Interessierte auf der EMO-Website unter <https://visitors.emo-hannover.de/de/rahmenprogramm/>. Bis zur EMO wird es laufend ergänzt. Die Teilnahme ist kostenfrei.

➔ www.emo-hannover.de

Verkürzen der Messzeiten in der Werkstoffanalytik

Wie lässt sich der innere Aufbau eines Werkstoffs effizient analysieren und die Messzeit halbieren? Forschende der Universität Kassel haben einen Weg gefunden, die Messzeit materialanalytischer Messprozesse auf das Nötige zu reduzieren – und dass bei gleichbleibend hoher Qualität der Ergebnisse, berichtet die Uni Kassel. In der energiedispersiven Röntgendiffraktometrie (ED-XRD), einem Verfahren zur Untersuchung kristalliner Materialstrukturen, konnten sie die Messzeit um bis zu 62 Prozent reduzieren. Das spart Energie und eröffnet neue Potenziale für industrielle Anwendungen.

Mit der wachsenden Zahl von neuen, zuverlässigen und umweltfreundlichen Legierungen steigt auch der Bedarf an präziser Analyse. Dadurch geraten bestehende Messplätze zunehmend an ihre Kapazitätsgrenzen. Die in einer jetzt veröffentlichten Studie aufgezeigten Einsparpotenziale ermöglichen es,

den Probendurchsatz nachhaltig zu erhöhen – ohne zusätzliche Ressourcen. *Gerade in der industriellen Werkstoffentwicklung ist das ein klarer Mehrwert*, erklärt Dr. Alexander Liehr vom Institut für Werkstofftechnik (IfW), der das Forschungsprojekt am Fachgebiet Metallische Werkstoffe unter der Lei-

tung von Prof. Niendorf vorantrieb. *Schnellere Analysen verkürzen Innovationszyklen*. Das ist nach Überzeugung von Dr. Liehr ein entscheidender Vorteil für Branchen wie die Automobil- und Luftfahrtindustrie, in denen leistungsfähige Leichtbauwerkstoffe weiterhin an Bedeutung gewinnen

Die entwickelte Methode ist dabei nicht auf die Röntgendiffraktometrie beschränkt; sie lässt sich auch auf andere materialanalytische Verfahren mit entsprechenden Datenstrukturen übertragen, etwa in der Qualitätskontrolle, der Legierungsentwicklung oder Prozessüberwachung. Sie kann nach Aussage von Dr. Liehr zudem auch auf großtechnische Forschungsanlagen angewendet werden, was insbesondere für die effiziente Nutzung limitierter Großforschungsanlagen von Vorteil sei. Ziel des Projekts war es, die Messdauer mithilfe von intelligenten Auswahlstrategien für Energieintervalle zu verkürzen und gleichzeitig verlässliche Informationen über die Mikrostruktur des Materials zu erhalten. Um die Messdauer deutlich zu verkürzen, testete das interdisziplinäre Forschungsteam verschiedene Methoden, um nur die wirklich entscheidenden Datenbereiche zu erfassen und auszuwerten. Entscheidend für den Erfolg war die Kombination der Expertise aus Werkstofftechnik und Informatik, namentlich dem Fachgebiet Intelligente Eingebettete Systeme (IES, Fachgebietsleitung Prof. Bernhard Sick), das sich mit technischen Anwendungen der Künstlichen Intelligenz befasst.

Die entwickelten Strategien nutzen Vorkenntnisse über die untersuchten Materialien, um die Auswahl zu steuern – und lieferten überzeugende Ergebnisse: Die Messzeit ließ sich um bis zu 62 Prozent reduzieren, ohne dass Abstriche bei der erreichten Genauigkeit gemacht werden mussten. Angesichts von wachsenden Anforderungen an Effizienz und Datenqualität in der Werkstoffanalyse bieten diese Strategien eine vielversprechende Basis: *Sie ermöglichen eine automatisierte und ressourcenschonende Analyse auch großer Materialserien – ein wichtiger Schritt hin zur intelligenten Werkstoffprüfung*, betont Dr. Alexander Liehr.

Die Studie wurde im Fachjournal *Scientific Reports* (Nature Verlagsgruppe) veröffentlicht. Auf Grundlage der guten Ergebnisse und der Praxisrelevanz soll die erfolgreiche Zusammenarbeit fortgeführt, das intelligente Experimentieren methodisch weiterentwickelt und auf weitere Anwendungsfelder übertragen werden.

Kontakt

Dr.-Ing. Alexander Liehr, Fachgebiet Metallische Werkstoffe, E-Mail: liehr@uni-kassel.de



Dr. Alexander Liehr vom Institut für Werkstofftechnik vor dem energiedispersiven Röntgendiffraktometer (ED-XRD), mit dem er gemeinsam mit seinem Team eine deutliche Reduktion der Messzeit bei gleichbleibender Analysequalität erzielen konnte

(Bild: Blafield)

Originalpublikation

A. Liehr, K. Dingel, D. Kottke et al.: Data selection strategies for minimizing measurement time in materials characterization; *Sci Rep* 15, 15182 (2025), <https://doi.org/10.1038/s41598-025-96221-1>

➔ www.uni-kassel.de

DAS NEUE FISCHERSCOPE® XDAL® & XDV® – MIT UNSERER SOFTWARE FISIQ® X

Erleben Sie den Glow-up der XRF-Technologie für die Schichtdickenmessung und Materialanalyse

STAND 1
ZVO-OBER-
FLÄCHENTAGE
BERLIN



07031 / 303-0
sales.de@helmut-fischer.com
glow-up.helmut-fischer.com

Ein starkes Team: Automatisierung und Lasertechnik

Was passiert, wenn man Lasertechnik und Data Science zusammenbringt? Wie kann man optische Komponenten nur mit dem Laser fertigen? Und wo stehen wir bei der Laserfusion? Diese und weitere Fragen diskutierten Expertinnen und Experten auf der Fachmesse Laser World of Photonics 2025 in München.

Mit Rekordzahlen ging am 27. Juni die Laser World of Photonics 2025 in München zu Ende: 1398 Aussteller aus 41 Ländern trafen auf rund 44 000 Besucherinnen und Besucher – so viele wie nie zuvor, berichtet das Fraunhofer ILT. Das Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT war auf insgesamt sieben Ständen vertreten: auf der LASER, der World of Quantum und der automatica. Auf dem Gemeinschaftsstand der Fraunhofer-Gesellschaft in Halle A3 zeigten die Aachener Projekte aus vier Technologiemarkten: Energiewirtschaft, Automobiltechnik und Mobilität, Luft- und Raumfahrt sowie Mikroelektronik. Inhaltliche Schwerpunkte des gesamten Messeauftritts waren unter anderem: KI in der Photonik, Hochenergielaser für die Fusion, Bauteilintegrierte Sensorik, Laser für die Klimaforschung, laserbasierte Optikkfertigung, Quantenkommunikation sowie Medizintechnik.

KI treibt Fertigung der Zukunft voran

Auf der Sonderschau *Photonics meets Robotics: AI Success Stories* präsentierte das Fraunhofer ILT Automatisierung in der Lasertechnik mithilfe künstlicher Intelligenz als ein Kernthema. Die Idee dahinter ist mehrstufig: Zuerst erfassen Sensoren Daten an einer Maschine. Eine KI lernt, den Prozess zu verstehen und Fehler zu erkennen. Mit den Daten modelliert der Nutzer den Prozess, Prognosen für veränderte Prozessparameter werden möglich. Am Ende wird der Regelkreis ge-

schlossen und autonome Fertigungssysteme arbeiten auf eine First-Time-Right-Produktion hin.

Zu den Exponaten der Sondershow gehörte ein autonomer, mobiler Reparaturroboter, der per Laserauftragschweißen Verschleißstellen instandsetzt – entwickelt mit Picum MT. Ebenfalls zu sehen: ein smarter Knickarmroboter für VR-unterstütztes Laserschweißen, ein Projekt mit Partnern wie Carl Cloos Schweisstechnik, Scansonic MI, Maintastic und 4D Photonics. Im Zentrum steht stets die Verbindung von sensorischer Präzision mit datengetriebener Entscheidungslogik.

Prof. Carlo Holly, Leiter der Abteilung Data Science und Messtechnik am Fraunhofer ILT und Inhaber des Lehrstuhls für Technologie Optischer Systeme TOS der RWTH Aachen University, brachte es in seinem Vortrag auf den Punkt: *Die Kombination von digitaler Messtechnik, KI-gestützter Analyse und simulationsbasiertem Design ermöglicht uns erstmals, Prozesse nicht nur zu überwachen, sondern proaktiv zu steuern – mit enormem Potenzial für Effizienz, Qualität und Nachhaltigkeit.*

Laserbasierte Fertigung optischer Komponenten: Formgebung ohne Umspannen

Ein zweiter Fokus lag auf der komplett laserbasierten Herstellung von optischen Komponenten. Entscheidend für die notwendige

Zentrierung der Flächen ist dabei die Formgebung. Diese erfolgt in einer einzigen Aufspannung. So können Zentrierfehler vermieden und Ausschuss reduziert werden. Anschließend wird das Bauteil zum Polieren und zur Formkorrektur in eine andere Anlage transferiert.

Die finale Politur erfolgt mithilfe eines CO₂-Lasers, der die Oberfläche lokal aufschmilzt und glättet. Für verbleibende Welligkeiten kommt ein gepulster CO₂-Laser zum Einsatz, der gezielt einzelne Nanometer abträgt, wie Martin Kratz erklärte. Das Verfahren ist geometrieunabhängig und auch für Asphären oder Freiformoptiken geeignet – ideal für die individualisierte, kosteneffiziente Fertigung ab Losgröße eins.

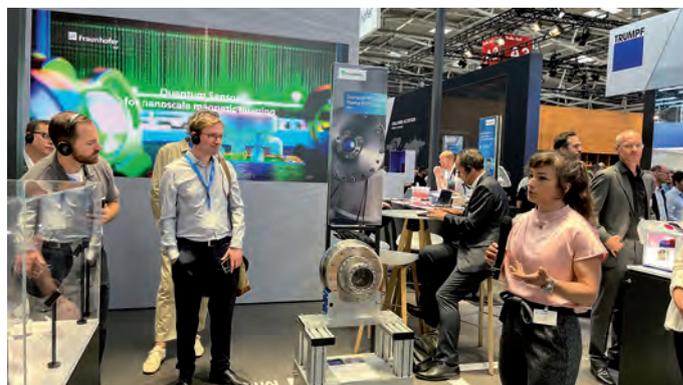
Die Vorteile für die Industrie: reproduzierbare Qualität, kürzere Prozesszeiten durch lineare Skalierung bei rotationssymmetrischen Optiken und neue Freiheitsgrade im Design. Auch hier denkt das Fraunhofer ILT den Laser nicht nur als Werkzeug, sondern als Teil eines digital integrierten Fertigungssystems.

Hochenergie-Laser für Fusion und Sekundärstrahlquellen

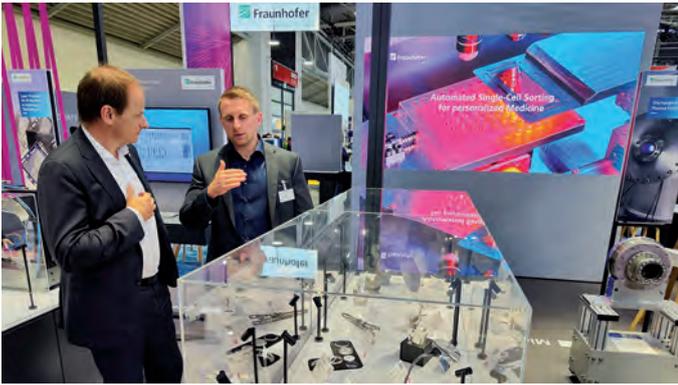
Eine dritte Säule des Messeauftritts bildete die Entwicklung von Hochenergie-Lasern, die unter anderem im Bereich Fusionsforschung und Sekundärstrahlquellen Anwendung finden. Zusammen mit Partnern in Industrie und Forschung arbeiten die Aache-



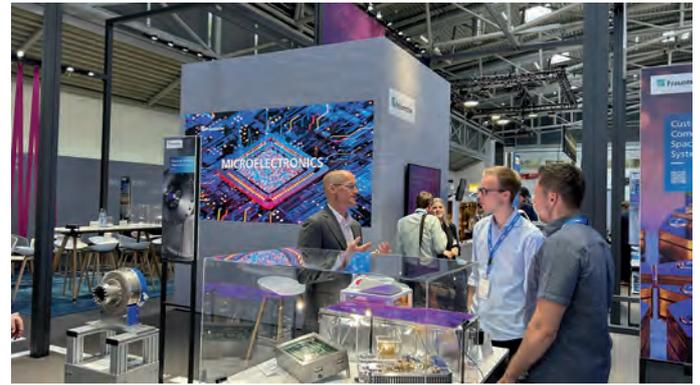
Auf der Sonderschau *Photonics meets Robotics: AI Success Stories* präsentierte Dr. Peter Abels vom Fraunhofer ILT (l.) Automatisierung in der Lasertechnik mithilfe künstlicher Intelligenz als ein Kernthema
(© Fraunhofer ILT, Aachen)



Dr. Sarah Klein vom Fraunhofer ILT (vorne rechts) präsentierte auf dem Fraunhofer-Presserundgang eine kompakte EUV-Quelle, die derzeit für Messverfahren im EUV-Bereich verwendet wird
(© Fraunhofer ILT, Aachen)



Martin Kratz vom Fraunhofer ILT (r.) erläuterte dem Fraunhofer-Vorstand für Forschung und Transfer, Prof. Constantin Häfner, die Vorteile der laserbasierten Fertigung optischer Komponenten
(© Fraunhofer ILT, Aachen)



Reges Interesse am Gemeinschaftsstand der Fraunhofer-Gesellschaft in Halle A3: Fraunhofer Forscher Dr. Michael Strotkamp (l.) erklärte die Wirkweise des Alexandritlasers für den Einsatz in der Klimaforschung
(© Fraunhofer ILT, Aachen)

ner am Ausbau und der Etablierung von Lieferketten für solche Lasersysteme. In den Application Panels *Laser fusion: energizing photonics industry* und *Laser-based high-energy beam sources for industry and research* präsentierten die Partner konkrete Ansätze für die Entwicklung und Fertigung der nötigen Komponenten und Systeme.

In dem Projekt DIOHELIOS beispielsweise arbeitet das Fraunhofer ILT gemeinsam mit Industriepartnern an robusten, skalierbaren QCW-Diodenlasermodulen und ihrer Strahlformung für eine homogene Strahlverteilung über 100 x 100 mm² – eine Schlüsselkomponente für künftige Megajoule-Lasersysteme, wie Dr. Sarah Klein am Fraunhofer-Gemeinschaftsstand betonte. Darüber hinaus wurden eine kompakte EUV-Quelle sowie ein Konzept für Neutronenquellen gezeigt – etwa für die zerstörungsfreie Prüfung von Atommüllfässern oder von Containern an Flug- und Seehäfen. Auch hier sind laserbasierte Systeme die Grundlage für portable, hochauflösende Bildgebung mit industrieller Relevanz.

Ausblick: Fachkonferenz zu KI in der Photonik

Die Themen in München gingen noch weit über diese drei Beispiele hinaus: Sowohl in der World of Quantum (Rekordbeteiligung von 160 Unternehmen, Start-ups und Forschungseinrichtungen) als auch im MedtecLIVE Healthtech Pavilion und in der Sonderschau *Photonics in Production* konnten die Forschenden vom Fraunhofer ILT intensive Gespräche über Zukunftsthemen und neue Projekte führen. *Die Resonanz in München hat gezeigt, dass wir mit unseren Themen den Puls der Industrie treffen – ob bei klassischen Produktionsthemen, KI-Anwendungen in der Photonik, der Quantentechnologie oder der Fusion*, fasst Institutsleiter Dr. Jochen Stollenwerk das Ergebnis zusammen. Jetzt gelte es, den Schwung aus der Messe in konkrete Kooperationen zu überführen.

Zum Zukunftsthema KI in der Photonik veranstalten der Industrieverband SPECTARIS unter Mitwirkung des Fraunhofer ILT und des Bundesverbandes IT-Mittelstand e.V. (BITMi) am 1. und 2. Oktober 2025 die Konferenz *KI in der Photonik – Mehr Wertschöpfung in Laserfertigungstechnik und Optikdesign* in Berlin. Sprecher unter anderem von den Unternehmen Trumpf, Zeiss und Microsoft werden einen Einblick in Anwendungsszenarien und Systemintegration geben, auch Fragen der Finanzierung und der rechtlichen Rahmenbedingungen stehen auf dem Programm.

Die Konferenz richtet sich an Entscheider, Entwickler und Forschende gleichermaßen und versteht sich als praxisnahes Forum für alle, die die Anwendung von KI in der Photonik aktiv gestalten wollen.

➔ www.ilt.fraunhofer.de

ECOCLEAN
technology that inspires

 Unser Fokus:
Lupenrein

EFFIZIENTE
REINIGUNGS- UND
ENTGRATANLAGEN
FÜR VERSCHIEDENSTE
INDUSTRIELLE
BAUTEILE UND
KOMPONENTEN.



www.ecoclean-group.net



SBS ECOCLEAN GROUP
ECOCLEAN UCM MHITRAA

Ästhetische und effiziente Fassaden

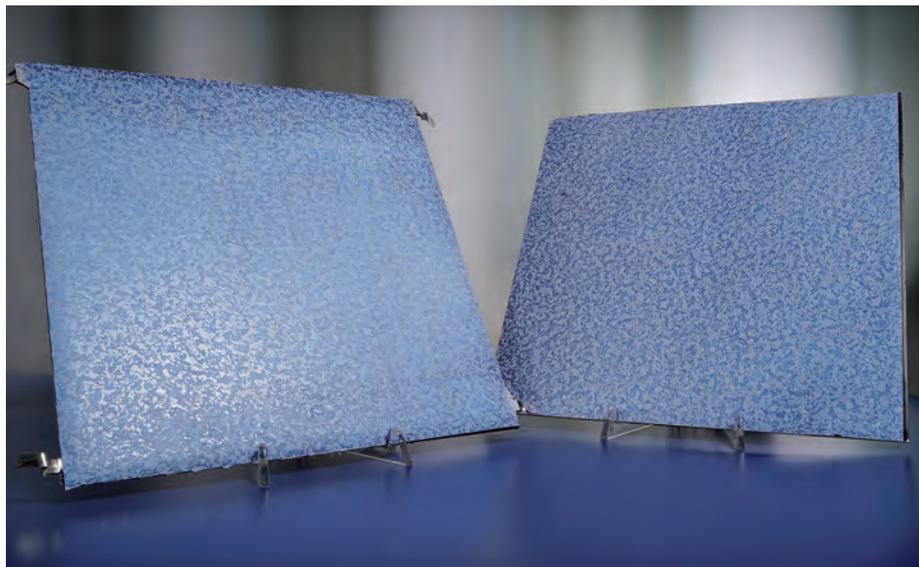
Fraunhofer FEP präsentiert Fortschritte bei Gebäude-integrierter Photovoltaik

Das Fraunhofer FEP hat im Rahmen des Projekts *Design-PV* bedeutende Fortschritte bei der Entwicklung ästhetisch ansprechender Lösungen für die Gebäude-integrierte Photovoltaik erzielt. Durch Technologien wie die Rolle-zu-Rolle-Nano-Imprint-Lithografie werden Solarmodule nahtlos in Gebäudefassaden integriert, ohne das Design zu beeinträchtigen. Erste Tests zeigen nach Mitteilung des Instituts, dass die Module optisch kaum von herkömmlichen Fassadenelementen zu unterscheiden sind und dennoch eine hohe Energieeffizienz bieten.

Photovoltaik ist eine zentrale Säule, um die angestrebte Klimaneutralität bis 2045 zu erreichen. Die Gebäude-integrierte Photovoltaik (Building-integrated photovoltaics, BIPV) bietet eine Möglichkeit, bisher ungenutzte Flächen zur Energiebereitstellung zu nutzen. Um die Akzeptanz und Verbreitung von BIPV zu erhöhen, müssen PV-Module allerdings kostengünstig, langlebig und optisch ansprechend in die Fassade integriert werden.

Im vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie geförderten Projekt *Design-PV* (Förderkennzeichen: 03EN1084A) wird genau daran gearbeitet. Zusammen mit den Partnern Surteco GmbH, Flachglas Sachsen GmbH, Ronge GmbH, Tomasic Engineering GmbH und dem Institut für Solarenergieforschung GmbH entwickelt das Fraunhofer-Institut für Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP Dekorfolien für Fassadenelemente, die mittels Rolle-zu-Rolle-Nano-Imprint-Lithografie (NIL) veredelt werden. Das Ziel ist, ein einheitliches Design auf Metallfassadenelementen und Photovoltaikmodulen zu erreichen, indem die Dekorfolien auf diese Elemente appliziert werden. Zum Halbzeitstand des Projekts konnten mehrere Dekore der Surteco GmbH durch das Institut für Solarenergieforschung GmbH Hameln (ISFH) auf PV-aktive und nichtaktive Fassadenelemente aufgebracht und getestet werden.

Tests unseres Projektpartners ISFH zeigen, dass die PV-Module mit Dekoren optisch



Mit Dekorfolie kaschierte, frei kombinierbare Fassadenelemente – links ein PV-Modul und rechts ein Blechfassadenelement ohne PV-Funktionalität (© Fraunhofer FEP, Finn Hoyer)

kaum von herkömmlichen Fassadenelementen zu unterscheiden sind und – abhängig vom Dekor – eine Leistung von bis zu 80 % der nicht abgedeckten Vergleichsmodule erreichen, freut sich Dr. Steffen Günther, Projektleiter am Fraunhofer FEP. Dies stellt einen bedeutenden Fortschritt dar, da ästhetische Aspekte oft als Hindernis für die Akzeptanz von BIPV-Lösungen angesehen werden.

Eine besondere Herausforderung im Projekt stellt die Haftfestigkeit der Dekorfolien auf dem Frontglas der PV-Module als auch

auf der Metallschicht der Fassadenelemente dar. Zudem muss der Dekorlack zuverlässig auf dem Foliensubstrat ETFE (Ethylen-Tetrafluor-ethylen) haften, das aufgrund seiner hervorragenden Witterungsstabilität bereits in der Architektur etabliert ist. Da ETFE jedoch eine geringe Oberflächenhaftung aufweist, ist es notwendig, die Folien vor der Beschichtung speziell zu behandeln. Am Fraunhofer FEP wurde hierfür ein Plasmaverfahren entwickelt, das die Grenzschicht der ETFE-Folie im Nanometermaßstab aufräut und so die Haftung der Dekorschichten signifikant verbessert.

Die nächsten Schritte im Projekt umfassen die Erprobung weiterer Dekore und Farben sowie umfassende Tests zur Langzeitstabilität und Witterungsfestigkeit der entwickelten Lösungen. Das Fraunhofer FEP und seine Projektpartner sind zuversichtlich, dass diese Fortschritte dazu beitragen werden, die Akzeptanz von BIPV-Lösungen in der Architektur weiter zu erhöhen.

➔ www.fep.fraunhofer.de

Mehr zur Nano-Imprint-Lithografie (NIL)

Mittels NIL werden Oberflächentopografien auf Folien mit Strukturgrößen von wenigen 100 nm über einige Mikrometer bis zum Millimeterbereich in einem Rolle-zu-Rolle-Prozess hergestellt. Dies ermöglicht eine großflächige, kontinuierliche Produktion der Folien. Dabei wird eine strukturierte Masterwalze in eine flüssige Lackschicht gepresst, wobei gleichzeitig der Lack vernetzt wird. Die Vernetzung des Lacks mittels Elektronenstrahlen erlaubt eine schnelle und effiziente Aushärtung der Strukturen und bietet die Flexibilität, verschiedene Pigmente oder Partikel in den Lack zu integrieren. Der Prozess wird auf einer Bahnbreite von bis zu 1250 mm und einer Prozessgeschwindigkeit von mehreren zehn Metern pro Minute durchgeführt. Dies garantiert eine hohe Produktivität.

Verbundprojekt NaPolEon

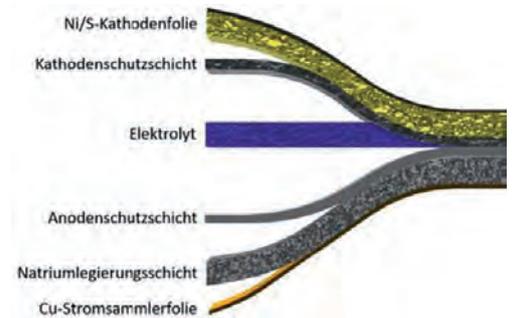
Das Zentrum Elektrochemische Oberflächentechnik der Hochschule Aalen startete im Juli 2025 mit dem fem Forschungsinstitut, Schwäbisch Gmünd, das Batterieforschungsprojekt *NaPolEon*

Das Zentrum für Elektrochemische Oberflächentechnik (ZEO) der Hochschule Aalen und das fem Forschungsinstitut mit Sitz in Schwäbisch Gmünd starteten nach Mitteilung der HS Aalen gemeinsam das Projekt *NaPolEon* zur Entwicklung von neuartigen Natriumschwefel-Batterien für die ressourcenschonende Speicherung von Energie. Ziel ist nach Aussage von Prof. Dr. Timo Sörgel, Leiter des ZEO, die Entwicklung sicherer, kostengünstiger und umweltfreundlicher Elektroden für stationäre Natriumschwefel-Batterien mit hoher Energie- und Leistungsdichte. Im Fokus stehen neuartige Natriumlegierungsanoden sowie binder- und leitadditivfreie Schwefelkathoden, gefertigt mittels komposit-galvanischer Verfahren, sowie ein Multilagen-Separatorsystem aus polymer-

basierten Schutzschichten für eine verbesserte Sicherheit und eine effiziente, skalierbare Herstellung.

Mit der gezielten Erforschung und Weiterentwicklung von natriumbasierten Energiespeichern soll zugleich die Abhängigkeit von seltenen und oft importierten Lithiumressourcen verringert werden. Natrium ist im Vergleich zu Lithium deutlich häufiger auf der Erde verfügbar und ermöglicht so eine nachhaltigere und kostengünstigere Batterietechnologie.

Das zweieinhalbjährige Projekt wird vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) gefördert. Die Hochschule Aalen und das fem bündeln ihre Expertise in Oberflächentechnik, Materialwissenschaft und Elektrochemie, um einen wichtigen Beitrag



Aufbau der Natriumschwefel-Batterie
(Bild: Hochschule Aalen)

zur energieeffizienten und ressourcenschonenden Speicherung erneuerbarer Energien zu leisten.

➔ www.hs-aalen.de

GALVANOCHEMIKALIEN VON TIB CHEMICALS

- Metallsalze
- Säuren
- Organische Intermediate
- Anwendungsbereite Formulierungen

Geprüfte Produktqualität

Niedriger CO ₂ -Footprint durch Recycling	Rohstoffe aus zertifizierter Herkunft
Weltweite Verfügbarkeit	Exklusive Lohnfertigung

Private Labeling



TIB Chemicals AG
Muelheimer Strasse 16-22
68219 Mannheim

Telefon: +49 621 8901-800
E-Mail: moc@tib-chemicals.com
www.tib-chemicals.com

Für jede Aufgabenstellung und Branche die richtige Reinigung

Ecoclean auf der parts2clean – Lösungen von Grobreinigung bis zur High Purity-Reinigung

Ob Lösemittel- oder wasserbasierte Reinigung, Grob-, Zwischen- und End- oder Feinst- und High Purity-Reinigung, die Aufgabenstellungen in der Bauteilreinigung waren noch nie so vielfältig wie heute. Für diese sehr unterschiedlichen Anwendungen und Anforderungen in den verschiedenen Industriebereichen präsentiert Ecoclean ein komplettes Produktportfolio. Informationen über das umfassende Angebot zur Lohnreinigung, zur Automatisierung und Digitalisierung sowie zur Optimierung der Energie- und Ressourceneffizienz von Reinigungsprozessen runden den Messeauftritt ab.

Die Bauteilreinigung muss heute einem enormen Spektrum an Aufgabenstellungen und Anforderungen gerecht werden. So sind nicht nur sehr unterschiedliche Sauberkeitsspezifikationen – von fett- und/oder partikelfrei bis zur Entfernung feinstpartikulärer Verunreinigungen im Submikrometerbereich sowie von Nanolagen filmischer Restkontaminationen – stabil zu erfüllen. Die Reinigung muss auch sehr wirtschaftlich sowie energie- und ressourcenschonend durchgeführt werden.

Als Komplettanbieter von zukunftsorientierten, flexiblen und ressourceneffizienten Lösungen für die industrielle Bauteilreinigung präsentieren Ecoclean und UCM auf der diesjährigen parts2clean in Halle 10, Stand C38 vom 7. bis 9. Oktober in Stuttgart ein perfekt angepasstes Produkt- und Serviceangebot.

Optimal für die jeweilige Aufgabe ausgelegt

Es umfasst modular konzipierte Reinigungssysteme und kundenspezifisch konstruierte Sonderanlagen sowie anwendungsspezifisch ausgelegte Verfahrenstechnologien, zum Beispiel für die Spritz-, Hochdruck-, Tauch-, Ultraschall- und Plasmareinigung, das Dampfentfetten, Injektionsflutwaschen, Pulsated Pressure Cleaning (PPC) und Ultraschall Plus. Damit lassen sich von der Grobreinigung bis

zur High Purity-Reinigung alle Aufgabenstellungen nicht nur stabil, sondern auch effizient und ressourcenschonend erfüllen.

Aus dem breiten Programm werden vier Reinigungssysteme live in Stuttgart zu sehen sein. Dazu zählt die neue wässrige Kammeranlage EcoCvario. Sie ist serienmäßig unter anderem mit PPC ausgestattet und meistert damit auch sehr anspruchsvolle Reinigungsaufgaben prozesssicher und wirtschaftlich. Die kosteneffiziente und hochflexible EcoCcompact für die Lösemittelreinigung wird in der L-Version zu sehen sein. Die Produktfamilie wird in drei Arbeitskammergrößen und Chargengewichten bis 150 Kilogramm angeboten und kann einfach von Kohlenwasserstoff auf modifizierten Alkohol umgestellt werden. Angepasst an die Sauberkeitsanforderungen können die kompakten Plug and Play-Anlagen mit allen für die Lösemittelreinigung verfügbaren Verfahrenstechnologien und für den Einsatz in der High Purity-Reinigung ausgestattet werden.

Mit der UCIndexLine stellt der Anlagenbauer eine sehr kompakte Rundtaktanlage vor. Ausgestattet mit sechs Reinigungs- und Spülstationen – mit und ohne Ultraschall beziehungsweise PPC – lassen sich nahezu alle Prozesse für die Präzisionsreinigung auf wässriger Basis abbilden. Die Anlage wurde



Der Einsatz der APM-Technologie wird an der modularen Ultraschallreinigungsanlage UCMCombiLine für Handarbeitsplätze live demonstriert (Bild: Ecoclean)

für die Reinigung von kleinen und kompakten Bauteilen, beispielsweise in der Medizintechnik, Präzisionsoptik, Feinmechanik sowie der Schmuck- und Uhrenindustrie konzipiert. Darüber hinaus zeigt Ecoclean die UCMCombiLine, ein modulares Ultraschallreinigungssystem für geringe Durchsätze und hohe Anforderungen an die Sauberkeit. An der in mehreren Größen verfügbaren Maschine für Handarbeitsplätze wird auch die Funktionsweise der APM-Technologie zur validierbaren und kontaktfreien Messung der Ultraschallfrequenz und -leistung demonstriert.

Bedarfsgerechte Sauberkeit als Dienstleistung

Im Fokus des diesjährigen Messeauftritts steht außerdem das deutlich erweiterte Angebot zur Lohnreinigung. Sie wird in den drei mit modernster Anlagen- und Verfahrenstechnik sowie angeschlossenen Laboren für Sauberkeitsprüfungen ausgestatteten Test- und Dienstleistungszentren durchgeführt. Das Dienstleistungsspektrum reicht von der klassischen Teilreinigung über die Fein- und Präzisionsreinigung bis zur Feinst- und High Purity-Reinigung. Weitere Themen am Stand sind Automatisierungs- und Digitalisierungslösungen sowie die Optimierung der Energie- und Ressourceneffizienz. Doris Schulz

➔ www.ecoclean-group.net



Bauteilreinigung als Dienstleistung ist ebenfalls ein Thema des Messeauftritts. Das Lohnreinigungsangebot reicht von der Grob- über die Zwischen- und Präzisionsreinigung. Aufgaben in der Feinst- und High Purity-Reinigung werden im High Purity-Test Center mit validiertem Reinraum durchgeführt (Bild: Ecoclean)

Serfilco und Process Technology kooperieren weltweit – Erwerb von Dynatronix/USA eröffnet neue Perspektiven

Die über 60-jährige Partnerschaft zwischen Serfilco und Process Technology/USA wird weiter gestärkt. Mit dem Erwerb der Dynatronix/USA, einem weltweit führenden Spezialisten für Gleichrichter, elektronische Steuergeräte und Heizer eröffnen sich insbesondere für Anlagenbauer mit US-Exporten erheblich erweiterte Perspektiven, auch im Hinblick auf eine mögliche Vermeidung hoher US-Importzölle. Serfilco als Spezialist für Oberflächentechnik liefert robuste Pumpen, Filter und individuelle Bewegungssysteme ohne Luft für Elektrolyte und flüssige Chemikalien, ergänzt durch weltweit bewährtes verfahrenstechnisches Know-how.

Process ergänzt das Spektrum von Serfilco. Von besonderem Interesse sind zum Beispiel spezifische Durchlauferhitzer für diverse Chemikalien (TIH), deionisiertes Wasser (Lufran) sowie die SHB/SHC-Geräte zur Aufheizung von Lösemitteln oder aggressiven Chemikalien.

Mit den Dynatronix Produkten stärken die Partner ihre Marktposition. Dynatronix Rectifier (Gleichrichter) bewähren sich weltweit und die elektronischen Steuergeräte von Dynatronix sind individuell programmierbar.

Eine Kooperation mit Serfilco bietet Anlagen-Exporthen eine mögliche Vermeidung hoher US-Importzölle. Auskünfte erteilt das deutsche Team der Serfilco GmbH in Monschau, unter anderem auch auf den ZVO-Oberflächentagen im Ausstellungsbereich auf Stand Nr. 49.

www.serfilco.de



Tytan-Heißwassergerät und Lufran-Heizgerät, wahlweise für deionisiertes Wasser oder Chemikalien



Dynatronix MicroStar-Serie (links) und Dynatronix PRO-Serie

BRW
CHEMIE

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

WIR LEBEN OBERFLÄCHENTECHNIK



Ein Unternehmen der

WOCKLUM
GRUPPE

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

Effiziente Kunststoffverarbeitung durch gezielte Fließoptimierung

Partner für neues Projekt gesucht

Fließverbesserer spielen eine entscheidende Rolle bei der Verarbeitung von Kunststoffschmelzen. Das Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF hat das Projekt *FlowTech* initiiert, um die Fließfähigkeit von Kunststoff-Compounds zu optimieren. Ziel ist es, das Verständnis von Fließverbesserern zu vertiefen und deren Einfluss auf die Verarbeitung zu analysieren. Unternehmen profitieren durch verbesserte Oberflächenqualität, geringere Produktionskosten und höhere Energieeffizienz. Gesucht werden Partner, um gemeinsam Wirkweisen von Fließverbesserern in Polymeren wie PA und PBT zu erforschen, gezielt Struktur-Eigenschaftsbeziehungen zu verstehen und Handlungsempfehlungen hinsichtlich des Nutzens und der Kosten abzuleiten.

Fließverbesserer sind entscheidend für die Qualität von Kunststoffprodukten. Sie reduzieren die Viskosität, verbessern die Detailgenauigkeit und minimieren Fehlproduktionen. Besonders bei hochviskosen Polymeren und komplexen Geometrien sind sie häufig unverzichtbar. Darüber hinaus tragen sie zur Reduzierung der Verarbeitungstemperaturen und -zeiten bei, was die Energieeffizienz steigert und die Produktionskosten senkt. Das Verhalten von Fließverbesserern, sowohl in hochgefüllten Kunststoff-Compounds, beispielsweise in wärmeleitfähigen Compounds oder Flammenschutz-Compounds, als auch bei der Rezyklataufbereitung hängen stark von der Materialzusammensetzung und den Prozessparametern ab.

Fließverbesserer helfen bei der Prozessoptimierung

In dem neuen Projekt *FlowTech* wollen Forschende am Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF gemeinsam mit Partnern aus der Industrie das Verständnis für den Einfluss von Fließverbesserern unter verschiedenen Prozessbedingungen auf die Fließfähigkeit technischer Kunststoff-Compounds wie PA und PBT vertiefen. Faktoren wie Art und Gehalt von Fließverbesserern, Polymerart, Füllstofftyp und -größe sowie die Konzentration der Füllstoffe müssen berücksichtigt werden.

Ziel des Einsatzes von Fließverbessern ist es, die Prozessparameter zu optimieren, um eine hohe Homogenität des Compounds und erforderliche Funktionalität des Materials zu erreichen. So können in nachfolgenden Verarbeitungsprozessen wie dem Spritzgießen die erforderliche Oberflächenqualität und Homogenität erzielt werden. Auch die Kombination mit anderen Additiven, wie Stabilisatoren oder Flammenschutzmitteln, kann die



Verbesserung der Fließfähigkeit durch geeigneten Polymerblend am Beispiel hochgefüllter wärmeleitender Compounds; der Spiraltest zeigt rechts eine deutlich erhöhte Fließlänge gegenüber einem kommerziell verfügbaren Compound (Bild: Fraunhofer LBF)

Wirksamkeit der Fließverbesserer beeinflussen und muss beachtet werden. All diese Faktoren sind entscheidend für die Auswahl und Formulierung von Fließverbesserern in Kunststoff-Compounds, um die gewünschten Verarbeitungs- und Produkteigenschaften zu erreichen.

Handlungsempfehlungen für produktspezifische Anwendungen

Teilnehmende Unternehmen profitieren von einer systematischen Analyse und Auswahl geeigneter Fließverbesserer, die die Verarbeitbarkeit und Produktqualität erheblich steigern können. Die Forschung umfasst die Untersuchung von Fließkurven, Wirkweisen in hochgefüllten Compounds und die Reduktion von Zykluszeiten. Durch die enge Zusammenarbeit mit den Projektpartnern wird eine umfassende Datenbasis geschaffen, die den Einsatz von Fließverbesserern in der Industrie optimiert.

Spritzgießer können (energie-)effizienter arbeiten und Produktentwickler können Wandstärken in ihren Bauteilen reduzieren. Compoudeure erfahren mehr zur Entwicklung kundenspezifischer, leicht fließfähiger Kunststoffformulierungen und Additivhersteller können das Einsatzspektrum eigener Produkte erweitern.

Details zu dem neuen Projekt finden Interessierte unter

➔ www.lbf.fraunhofer.de/FlowTech

Kontakt

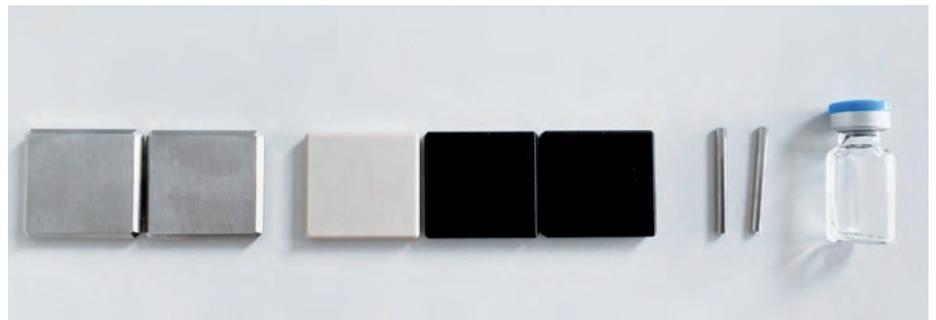
Dr. Frank Schönberger, Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF,
E-Mail: frank.schoenberger@lbf.fraunhofer.de
Shilpa Khare, Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF,
E-Mail: shilpa.khare@lbf.fraunhofer.de

➔ www.lbf.fraunhofer.de

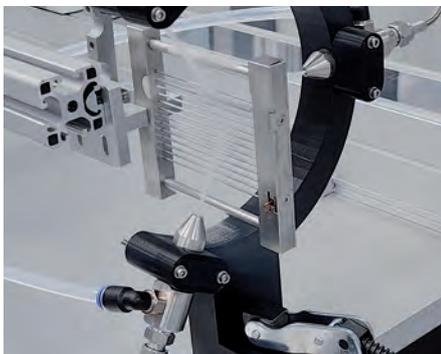
≡ Ressourcenschonendes, sicheres Reinigungsverfahren für Life-Science-Branchen

Die notwendige Oberflächenreinheit von Medizin- und Pharmaprodukten wird während deren Herstellung üblicherweise mit flüssigkeitsbasierten Reinigungsprozessen erzeugt, die einen enormen Einsatz von Energie und Wasser erfordern. Um den Ressourceneinsatz effektiv zu senken, wurde im Rahmen eines von Invest BW geförderten Verbundprojekts mit Industriepartnern sowie den Instituten Fraunhofer IPA und NMI der Universität Tübingen die Materialverträglichkeit der trockenen quattroClean-Schneestrahl-Reinigungstechnologie auf diversen, produkttypischen Oberflächen von Medizin- und Pharmaprodukten untersucht. Die Ergebnisse der Untersuchungen, die In-vitro-Zytotoxizitätstests sowie VOC- und SVOC-Analysen beinhalteten, belegen die Eignung des Reinigungsverfahrens für ein breites Einsatzspektrum. Um die Zulassungshürden zu senken, erfolgte parallel eine umfangreiche Basisvalidierung für Life-Science-Anwendungen.

In der Herstellung von Medizin- und Pharmaprodukten ist ein Reinigungsprozess dann geeignet, wenn Kontaminationen sicher entfernt werden und ein produktspezifisch definiertes Sauberkeitsniveau stabil erreicht wird. Gleichzeitig muss eine Verdrängung beziehungsweise Schädigung der Produktoberfläche des Reinigungsguts vermieden werden. Klassische, flüssigkeitsbasierte Reinigungsprozesse erfüllen diese Anforderungen bei einem breiten für Life-Science-Produkte eingesetzten Materialspektrum.



Um ein möglichst breites Einsatzspektrum abzubilden, wurden die Untersuchungen mit Prüfkörpern aus typischerweise in der Medizin- und Pharmabranche eingesetzten Materialien durchgeführt: Edelstahl 1.4301, Edelstahl 1.4305, Polyetheretherketon (PEEK), Polyether (PE), Polyoxymethylene (POM), Nitinol, Cobalt-Chrom und Glasvial (Bild: Fraunhofer IPA)



Um den enormen Ressourcenverbrauch bei der Reinigung medizinischer und pharmazeutischer Produkte wirkungsvoll zu reduzieren, wurde die Materialverträglichkeit und Zytotoxizität der quattroClean-Schneestrahlreinigung in einem Verbundprojekt erfolgreich untersucht (Bild: Bentley InnoMed)

Diese Erfahrungen liegen für das trockene CO₂-Schneestrahl-Reinigungsverfahren *quattroClean* noch nicht in der Breite vor. Ziel des Verbundprojekts mit fünf Industriepartnern sowie dem Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA und dem NMI Naturwissenschaftliches und Medizinisches Institut an der Universität Tübingen war daher, die prinzipielle Eignung des Verfahrens für die Reinigung verschiedens-

ter, medizin- und pharmatypischer Materialien zu belegen.

Oberflächenveränderungen und Zytotoxizität im Fokus

Primär ging es um den Nachweis, dass durch die mechanischen Kräfte der Schneekristalle die Oberfläche nicht verändert, beeinträchtigt oder beschädigt wird. Darüber hinaus sollte festgestellt werden, ob die thermische Belastung und/oder die chemischen Eigenschaften des Kohlendioxids die Oberflächen beziehungsweise die Biokompatibilität der Materialien beeinflussen, beispielsweise durch das Freisetzen von zytotoxischen Materialbestandteilen.

Die Untersuchungen wurden mit Prüfkörpern aus Edelstahl 1.4301 und 1.4305 mit unterschiedlichen Oberflächenbeschaffenheiten sowie aus Polyetheretherketon (PEEK), Polyether (PE), Polyoxymethylen (POM), Nitinol, Cobalt-Chrom und Vials aus Glas durchgeführt.

Basisvalidierung unter Worst-Case-Bedingungen

Für die Basisvalidierung durch das Fraunhofer IPA wurden die Oberflächen der Prüf-

körper im Ausgangszustand mikroskopisch (Licht- und/oder Rasterelektronenmikroskop) untersucht. Die anschließende Reinigung erfolgte unter Worst-Case-Bedingungen: Die Prüflinge wurden mittig und am Rand mit dem CO₂-Schnee mit hohem Druck von zwölf bar für zehn Sekunden kontinuierlich lokal bestrahlt.

Auswertung hinsichtlich Oberflächenveränderungen

Die nachfolgende mikroskopische Bewertung der Oberflächen mittels Licht- und Rasterelektronenmikroskop zeigte keinerlei Beeinträchtigungen, wie etwa Strukturveränderungen, Beschädigungen, Veränderungen der Oberflächenrauheit, Abplatzungen etc. der Oberflächen. Festgestellt werden konnte, dass leicht überstehende Grate an den Phasenkanten partiell entfernt wurden.

Bei Glasvials bildeten sich durch die Reinigung keine Risse und es wurde keine Ausbreitung bestehender Risse beobachtet. Mithilfe eines fluoreszierenden Eindringmittels konnte auch nachgewiesen werden, dass die Schneekristalle keine zusätzlichen Spannungen im Glas verursachen. Ebenfalls führ-

ten die abrupte Kälteeinwirkung und das anschließende Erwärmen der Vials auf Umgebungstemperatur zu keinen Mikrorissen.

Bewertung der Biokompatibilität

In-vitro-Zytotoxizitätsuntersuchungen nach DIN EN ISO 10993-12: 2021-05 sowie DIN EN ISO 10993-12: 2021-08 bestätigten, dass es durch den CO₂-Schnee zu keinen negativen Einflüssen auf die Zellvitalität kommt. Die durchgeführten VOC- und SVOC-Analysen gemäß ISO 16017-1 ergaben Tenax-Wer-

te im beziehungsweise unter dem Bereich der Messgrenzen.

Materialverträglichkeit bei Edelmetallen

Noch eingehender prüfte das NMI die Materialverträglichkeit der quattroClean-Schneestrahleinigung bei Edelstahl 1.4301 und 1.4305. Die Oberflächen wurden hier vor und nach der Behandlung mit dem CO₂-Schneestrahle mittels Photoelektronenspektroskopie untersucht. Die Vergleiche und Analysen ergaben, dass die Reinigung der Edelmetalle mit

dem Verfahren zu keiner Materialveränderung führt und es als materialverträglich eingestuft werden kann.

Für Life-Science-Anwendungen geeignete, ressourcenschonende Reinigung

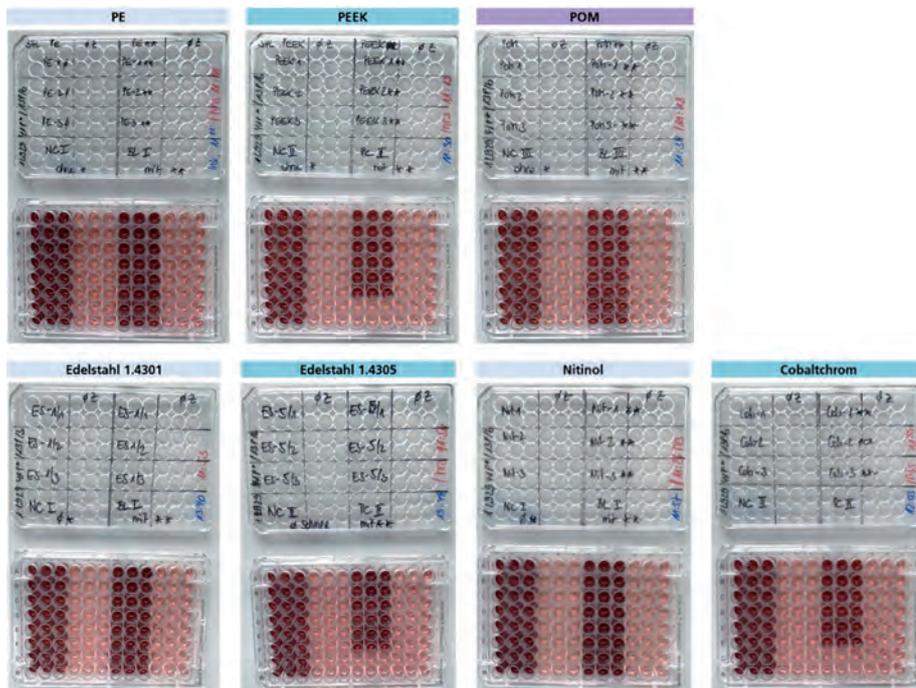
Durch die umfangreichen Untersuchungen konnte die Eignung der quattroClean-Schneestrahntechnologie für ein breites Anwendungsspektrum in der Medizin- und Pharmabranche als ressourcenschonendes Reinigungsverfahren nachgewiesen werden. Es handelt sich dabei um ein trockenes Reinigungsverfahren für ganzflächige und lokale Anwendungen, das flüssiges, recyceltes Kohlendioxid als Reinigungsmedium nutzt. Es wird durch eine verschleißfreie Zweistoff-Ringdüse geleitet und entspannt beim Austritt zu feinen Schneekristallen. Diese werden von einem separaten, ringförmigen Druckluft-Mantelstrahl gebündelt und auf Überschallgeschwindigkeit beschleunigt. Beim Auftreffen des gut fokussierbaren Schneedruckluftstrahls auf die zu reinigende Oberfläche kommt es zu einer Kombination aus thermischem, mechanischem, Lösemittel- und Sublimationseffekt, auf der die Reinigungswirkung basiert.

Hinsichtlich partikulärer Restkontaminationen werden Sauberkeitslevels im Submikrometerbereich reproduzierbar erreicht. Bei filmischen Verunreinigungen ist das Reinigungsergebnis mit dem anderer Feinstreinigungsverfahren, wie nasschemischer und Plasmareinigung, vergleichbar.

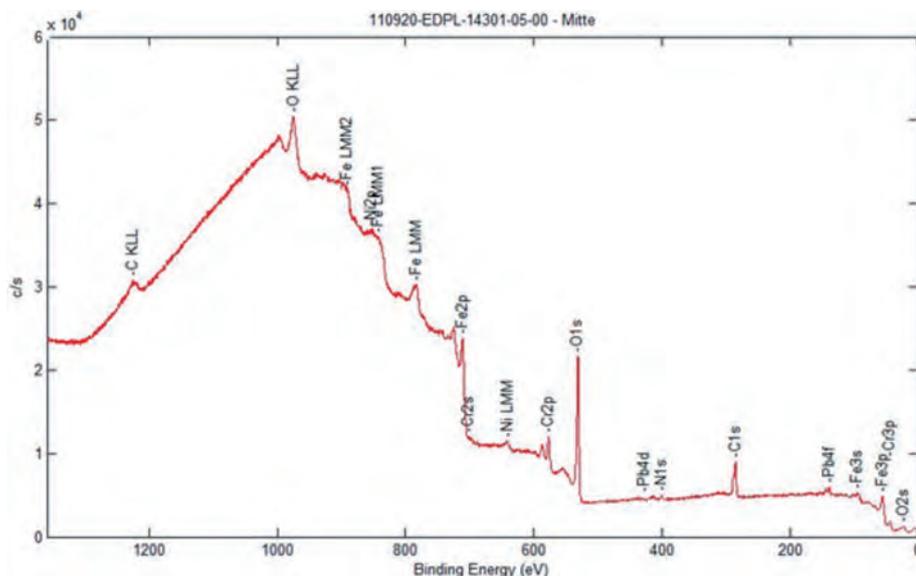
Entfernte Kontaminationen werden in der kompakten Reinigungszelle abgesaugt, eine Rückverschmutzung der Teile sowie Verunreinigung der Umgebung wird damit verhindert. Da das kristalline Kohlendioxid während des Prozesses vollständig sublimiert, sind die rückstandsfrei gereinigten Flächen trocken – aufwendige sowie energieintensive Spül- und Trocknungsprozesse entfallen.

Individuell anpassbar, reinraumtauglich und in Fertigungslinien integrierbar

Für eine optimale Anpassung der Reinigungslösung an die jeweiligen Bauteilgeometrien, Anforderungen und die Produktionssituation bietet der Hersteller unterschiedliche modulare Lösungen und individuell geplante Systeme, auch in reinraumkompatibler Ausführung, zum Beispiel für High Purity-Anwendungen. Diese beinhaltet unter anderem eine Medienaufbereitung für das flüssige Kohlendioxid, die eine Reinheit von 99,995 Prozent sicherstellt, die Druckluftqualität liegt



In-vitro-Zytotoxizitätsuntersuchen nach DIN EN ISO 10993:2009-10 bestätigten, dass der CO₂-Schnee keine negativen Einflüsse auf die Zellvitalität hat (Bild: Fraunhofer IPA)



Die am NMI durchgeführten photoelektronenspektroskopischen Analysen – hier das HRXPS-Spektrum von Edelstahl 1.4301 – belegen, dass der CO₂-Schneestrahle keine Materialveränderungen verursacht (Bild: NMI)

bei 1.2.1. Die Prozessvalidierung und -auslegung erfolgen kunden- und anwendungsspezifisch durch Versuche im reinraumbasierten Technikum des Herstellers.

Über acp systems

Die acp systems AG zählt mit ihren Lösungen zu den globalen Technologieführern für advanced clean production inklusive Prozessautomation und Systemintegration. Kerntechnologien des 1997 gegründeten Unternehmens mit Hauptsitz in Deutschland sind die ressourcenschonende quattroClean-Schneestrahlsreinigung, hochpräzise Mikrodosierung und intelligente Handhabungslösungen, beispielsweise für flexible Materialien und Folien. acp unterstützt Unternehmen, unter anderem aus der Elektronik- und Automobilindustrie, Medizin- und Pharmatechnik, der Halbleiter-Zulieferindustrie und Batterieindustrie, bei der Entwicklung, Planung, Konzeption und Integration hochautomatisierter, nachhaltiger Fertigungsprozesse.

Doris Schulz

➔ www.acp-systems.com

Materialien	Dimensionen	Inspektionsverfahren	Verträglichkeit	
Edelstahl	1.4301	3 x 3 x 0,5 cm 1 x 1 x 0,5 cm	REM ¹⁾ , LM ²⁾ In-Vitro-Zytotoxizitätsunters.	✓
	1.4301 – P1*			✓
	1.4301 – P2*	3 x 3 x 0,5 cm	REM ¹⁾ , LM ²⁾	✓
	1.4301 – P3*			✓
	1.4305	3 x 3 x 0,5 cm 1 x 1 x 0,5 cm	REM ¹⁾ , LM ²⁾ In-Vitro-Zytotoxizitätsunters.	✓
	1.4305 – P1*			✓
	1.4305 – P2*	3 x 3 x 0,5 cm	REM ¹⁾ , LM ²⁾	✓
	1.4305 – P3*			✓
Kunststoff	Polyethylen	3 x 3 x 0,5 cm 1 x 1 x 0,5 cm	LM ²⁾ In-Vitro-Zytotoxizitätsunters.	✓
		3 x 3 x 0,5 cm 1 x 1 x 0,5 cm	LM ²⁾ In-Vitro-Zytotoxizitätsunters.	✓
	Polyoxymethylene	3 x 3 x 0,5 cm 1 x 1 x 0,5 cm	LM ²⁾ In-Vitro-Zytotoxizitätsunters.	✓
		3 x 3 x 0,5 cm 1 x 1 x 0,5 cm	LM ²⁾ In-Vitro-Zytotoxizitätsunters.	✓
	Polyetheretherketon	3 x 3 x 0,5 cm 1 x 1 x 0,5 cm	LM ²⁾ In-Vitro-Zytotoxizitätsunters.	✓
		3 x 3 x 0,5 cm 1 x 1 x 0,5 cm	LM ²⁾ In-Vitro-Zytotoxizitätsunters.	✓
Metall-Legierung	Nitinol	Länge: 3 cm; Ø 0,280 x 0,030 cm	REM ¹⁾ , LM ²⁾	✓
		Länge: 1 cm; Fläche 1,62 cm ²	In-Vitro-Zytotoxizitätsunters.	✓
	Cobalt-Chrom	Länge: 3 cm; Ø 0,250 x 0,014 cm	REM ¹⁾ , LM ²⁾	✓
		Stent mit einer Länge von 3 cm	REM ¹⁾	✓
		Länge: 1 cm; Fläche 1,53 cm ²	In-Vitro-Zytotoxizitätsunters.	✓
		Fluoreszierendes Farbeindringmittel		✓
Glas	Vial	5 mL		✓

¹⁾ REM: Rasterelektronenmikroskop

²⁾ LM: Lichtmikroskop

*P1: Glasstrahlperlen, Korngröße 70 – 110 µm bei 6 bar die Oberfläche behandelt.

*P2: Edelkorund weiß, Korngröße F220 45 – 75 µm bei 6 bar die Oberfläche behandelt.

*P3: Die Oberfläche wurde mit feinem Schleifvlies gebürstet.

Alle im Verbundprojekt untersuchten Materialien erfüllen bei der quattroClean-Schneestrahls-technologie die Voraussetzung für die ressourcenschonende Reinigung (Bild: Fraunhofer IPA)

SYSTEME UND ANLAGEN FÜR DIE OBERFLÄCHENTECHNIK

LSR GmbH



Galvano- und Umwelttechnik

ANLAGENBAU
STEUERUNGSTECHNIK
SCHALTSCHRANKBAU
PLANUNG UND BERATUNG
WARTUNG UND SERVICE
RETROFIT UND ANLAGENERWEITERUNGEN

WE KNOW HOW



Fraunhofer IPA auf den ZVO-Oberflächentagen 2025 – Zwischen Werkstoffinnovation und digitaler Transformation

Von Katja Feige, Fraunhofer IPA, Stuttgart

Vom 24. bis 26. September 2025 wird Berlin zum Zentrum der Galvano- und Oberflächentechnik. Die ZVO-Oberflächentage bieten ein breites Spektrum an Fachvorträgen, Diskussionen und Impulsen für die Branche. Auch das Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA ist mit sechs Beiträgen am Donnerstag, 25.09.2025, vertreten – und zeigt eindrucksvoll, wie praxisnahe Forschung und industrielle Anwendung Hand in Hand gehen.

Werkstoffe & Energieeffizienz: Forschung für die Praxis

Den Auftakt macht Andreas Waibel um 9:05 Uhr mit dem Vortrag *Hartchromschichten aus Chrom(III)elektrolyten: Innovationspotenziale und Herausforderungen* im Raum MOA 6. Angesichts strenger EU-Vorgaben für Chrom(VI) rücken alternative Verfahren in den Fokus. Waibel vergleicht aktuelle Chrom(III)elektrolyte sowie die daraus abgechiedenen Schichten mit etablierten Chrom(VI)systemen. Er gibt einen Ausblick auf die noch bevorstehenden Entwicklungen und Herausforderungen, die für eine industrielle Anwendung notwendig sind.

Im Anschluss, um 10:50 Uhr, spricht Stefan Kölle über *Wege zur energieeffizienten Galvanik – datengetriebene Energiesystemplanung* im Raum MOA 5. Anhand eines konkreten Praxisprojekts demonstriert er, wie Unternehmen durch gezielte Datenanalyse sowohl ökonomisch als auch ökologisch profitieren können. Die Energieverbrauchsdaten eines Lohnbeschichtungsbetriebs wurden mit Hilfe moderner Datenanalysewerkzeuge ausgewertet und aufbereitet, um anschließend ein Modell des vorhandenen Energiesystems aufzubauen. Der Vergleich mit effizienteren Energieerzeugungstechnologien ermöglicht die Identifizierung eines optimalen Energieversorgungssystems für das Unternehmen in der Zukunft.

Digitalisierung & KI: Von der Idee zur Anwendung

Den strategischen Auftakt zur Digitalisierung gibt Klaus Schmid im MOA 7 um 10:50 Uhr mit seinem Beitrag *Die digitale Galvanik – Digitalisierung gestalten und nutzen – Stand und Trends*. Er gibt einen Überblick über den

Stand der Digitalisierung in der Galvanikindustrie. Anhand konkreter Handlungsempfehlungen wird gezeigt, wie Unternehmen ihren eigenen Digitalisierungsweg gestalten und nutzen können.

Direkt im Anschluss, um 11:25 Uhr, stellt Daniel Schel in seinem Vortrag *IT-Architekturen in der Produktion als ‚Backbone‘ der Digitalisierung* einen modellbasierten Ansatz zur Entwicklung von IT-Strukturen vor. Sein Fokus liegt auf der nahtlosen Integration bestehender Systemlandschaften in moderne Geschäftsprozesse – ein essenzieller Baustein für die digitale Transformation.

Peter Schwanzer schließt um 12:00 Uhr mit seinem Beitrag *Use Cases Digitalisierung – Möglichkeiten und Methoden zur Nutzung erfasster Daten* den Vortragsblock ab. Er zeigt, wie Produktionsdaten systematisch genutzt werden können. Anhand konkreter Beispiele aus der produktionsnahen Lerngalvanik und der industriellen Praxis erläutert er den Mehrwert für die galvanotechnische Produktion beim Einsatz klassischer Datenanalysen bis hin zu komplexen Machine Learning-Anwendungen.

Am Nachmittag, um 16:10 Uhr, präsentiert Timo Leitritz das Projekt *KI-PrOT* mit dem Vortrag *Verschleppungsklassifizierung in der Galvanotechnik mittels bildbasierten KI-Verfahren* im MOA 7. Im Zentrum steht ein KI-gestütztes Kamerasystem, das die auftretende Elektrolytverschleppung automatisch klassifiziert. Leitritz stellt die aktuellen Ergebnisse des Forschungsvorhabens vor und erörtert mögliche Einsatzszenarien der Technologie für die Produktionsoptimierung im Galvanikbereich.

Detailliertere Informationen zu den Vorträgen sind im Tagungsprogramm dargestellt.

Wir freuen uns auf Ihren Besuch der Vorträge und auf einen regen Austausch im Rahmen der ZVO Oberflächentage 2025!



Wir produzieren Zukunft

Das Fraunhofer IPA entwickelt und implementiert nachhaltige Produktionstechnologie. Im Bereich der Oberflächenverfahren, -technik und Materialien ist ein Team aus Forschenden mit seinen fachlichen Kompetenzen und einer umfassenden Infrastruktur speziell auf galvanische und andere Beschichtungen ausgerichtet. Seit Jahrzehnten werden aktuelle Fragestellungen der Branche entlang der gesamten industriellen Produktionskette für Beschichtungsunternehmen bearbeitet und Lösungen von der Entwicklung neuer Schichtwerkstoffe und den dazugehörigen Prozessketten über Anlagentechnik bis hin zur Schadensfallanalyse mit tiefgehendem Know-how zur Verfügung gestellt. In dieser Serie zeigen Forschende, wie den Herausforderungen in der Beschichtungstechnik in Zukunft begegnet werden kann.

Ansprechpartner
Dr.-Ing. Martin Metzner,
Leiter Forschungsbereich Oberflächenverfahren, -technik und Materialien,
Dr. Oliver Tiedje, Geschäftsbereichsleiter,
Fraunhofer IPA, Stuttgart

➔ www.ipa.fraunhofer.de/loesungen/beschichtungen-und-multifunktionale-materialien.html

Kaltplasmagespritzte Al_2O_3 -Verschleißschutzschichten mit erweiterten Funktionalitäten

Von Adrian Würzl, Kerstin Horn, Oliver Beier, Jun Xu und Andreas Pfuch, Jena



Zum online-Artikel

Im Rahmen der Entwicklung antimikrobiell wirksamer keramischer Beschichtungen wurde Aluminiumoxid (Al_2O_3) mit geringen Anteilen metallischen Kupfers modifiziert und mittels atmosphärischem Kaltplasmaspritzens abgeschieden. Das in die Aluminiumoxidmatrix eingebettete Kupfer führte den Untersuchungen zufolge zu einer verbesserten Haftung am Substratwerkstoff. Dies wirkt sich unter anderem vorteilhaft auf die Verschleißeigenschaften aus. Neben der erwarteten antimikrobiellen Wirksamkeit zeigten die resultierenden Mischschichten eine deutlich erhöhte Abrasionsbeständigkeit im Vergleich zu reinen Beschichtungen aus Aluminiumoxid.

1 Einleitung

In vielen technischen Anwendungen bestimmen die Eigenschaften der Oberfläche maßgeblich die Leistungsfähigkeit und Lebensdauer von Bauteilen. Moderne Beschichtungsverfahren leisten daher einen zentralen Beitrag zur gezielten Funktionalisierung von Werkstoffen, sei es zum Schutz vor Verschleiß, zur Erhöhung der Korrosionsbeständigkeit oder zur Realisierung zusätzlicher Eigenschaften wie Antihafteffekten oder antimikrobieller Wirkung.

Das atmosphärische Plasmaspritzen (APS) ist ein etabliertes Verfahren zur Herstellung keramischer und metallischer Schichten auf unterschiedlichsten Substraten. Beim Kaltplasmaspritzen, einer energieeffizienteren Variante mit deutlich geringerer thermischer Belastung, werden feinkörnige Pulverpartikel (typischerweise $10\ \mu\text{m}$ bis $20\ \mu\text{m}$) mithilfe eines Argonplasmas aufgeschmolzen und mit hoher Geschwindigkeit auf eine vorbereitete Oberfläche geschleudert. Dort erstarren sie schichtweise, wobei eine charakteristische lamellare Mikrostruktur entsteht. Die Schichteigenschaften sind gezielt über die Auswahl geeigneter Spritzparameter und die spezifischen Besonderheiten des Spritzmaterials einstellbar. Mit typischen Plasmaleistungen unter $15\ \text{kW}$ unterscheidet sich das Verfahren deutlich von konventionellen APS-Prozessen, die häufig mit $20\ \text{kW}$ bis über $200\ \text{kW}$ betrieben werden. Durch die vergleichsweise geringe Temperaturbelastung können auch temperaturempfindliche Substrate beschichtet werden, was das Einsatzspektrum erweitert, etwa im Bereich der optischen Industrie [1], in der Luft- und Raumfahrt [2] oder in der Medizintechnik [3, 4].

Ein weit verbreitetes Schichtmaterial im Bereich der Verschleißschutzanwendungen ist Aluminiumoxid (Al_2O_3). Es zeichnet sich durch

hohe Härte, chemische Beständigkeit und Temperaturstabilität aus, bringt jedoch aufgrund seiner spröden Natur auch Einschränkungen mit sich, insbesondere unter mechanischer Belastung.

Im Zuge der Entwicklung funktionalisierter Oberflächen wurde im Rahmen eines Forschungsprojekts untersucht, inwieweit sich die Eigenschaften keramischer Beschichtungen durch die gezielte Dotierung mit metallischem Kupfer verändern lassen. Neben der angestrebten antimikrobiellen Wirkung, die bereits in [5] diskutiert wurde, zeigte sich im Rahmen der tribologischen Untersuchungen auch ein positiver Einfluss auf den abrasiven Verschleißwiderstand. Insofern konzentriert sich der vorliegende Artikel auf die Herstellung und Charakterisierung von Al_2O_3 -Cu-Mischschichten, wobei neben der Mikrostruktur insbesondere die Abrasionsbeständigkeit und die Haftfestigkeit der Beschichtungen im Fokus stehen. Die Ergebnisse werden mit denen reiner Aluminiumoxidschichten sowie mit denen industriell eingesetzter Harteloxalschichten verglichen. Die tribologischen Kennwerte reiner Aluminiumoxidschichten wurden zuvor bereits in [6] beschrieben.

2 Herstellung und Analyse von kaltplasmagespritzten Al_2O_3 -Mischbeschichtungen

Die Herstellung der Mischbeschichtungen aus Aluminiumoxid und Kupfer erfolgte in mehreren Schritten, beginnend mit der Vorbereitung der Substratoberfläche. Verwendet wurden flache Bleche und zylindrische Körper aus nichtrostendem Edelstahl 1.4301 (LT Blechbau GmbH & Co. KG), die zunächst durch Sandstrahlen mechanisch aufgeraut wurden. Als Strahlmittel kam kantiger Korund mit einer mittleren Korngröße von $130\ \mu\text{m}$

(Hasenfratz GmbH) zum Einsatz, wodurch eine mittlere Oberflächenrauheit (S_a) von $2\ \mu\text{m}$ bis $2,5\ \mu\text{m}$ erreicht wurde. Im Anschluss wurden die Substrate in Ethanol ultraschallgereinigt und mit Druckluft getrocknet. Die Beschichtung selbst wurde mithilfe eines Argonplasmas aufgetragen. Dafür stand eine stromstärkegeregelter Kaltplasmaspritzanlage vom Typ InoCoat 3 (INO GmbH) zur Verfügung, bei der die Betriebsspannung automatisch an die eingestellte Stromstärke angepasst wird.

Als Spritzzusatzstoffe kamen ein kantiges Aluminiumoxidpulver (Kuhmichel Abrasiv GmbH, $D_{50} = 17,2\ \mu\text{m}$) sowie ein sphärisch geformtes Kupferpulver (Eckart GmbH, $D_{50} = 13,2\ \mu\text{m}$) zum Einsatz. Daraus wurden Pulvermischungen mit Kupferanteilen von $1,25\ \text{wt.}\%$, $2,5\ \text{wt.}\%$ und $5\ \text{wt.}\%$ hergestellt. Bei den durchgeführten Beschichtungen erfolgte hauptsächlich eine Variation der Stromstärke sowie der Anzahl der Beschichtungsdurchläufe. Alle weiteren Prozessparameter blieben konstant (Tab. 1). Die Substrate wurden auf einem X-Y-Flächenportal (Festo Vertrieb GmbH & Co. KG) fixiert und während

Tab. 1: Prozessparameter für die Herstellung der Al_2O_3 -Cu-Beschichtungen mittels Kaltplasmaspritzen

	Parameter	Einstellwert
konstant	Prozessgasstrom (Argon)	10 l/min
	Trägergasstrom (Argon)	10 l/min
	Pulverfördertrate	3 g/min
	Spritzabstand	50 mm
	Verfahrgeschwindigkeit des Substrats	200 mm/s
	Raster / Versatz	5 mm / $2,5\ \text{mm}$
variabel	Stromstärke	300–500 A
	Nachgeregelte Spannung	24–25 V
	Beschichtungsdurchläufe	4–6

OBERFLÄCHEN

Tab. 1: Prozessparameter für die Herstellung der Al_2O_3 -Cu-Beschichtungen mittels Kaltplasmaspritzen

	Parameter	Einstellwert
konstant	Prozessgasstrom (Argon)	10 l/min
	Trägergasstrom (Argon)	10 l/min
	Pulverfördertrate	3 g/min
	Spritzabstand	50 mm
	Verfahrgeschwindigkeit des Substrats	200 mm/s
	Raster / Versatz	5 mm / 2,5 mm
variabel	Stromstärke	300–500 A
	Nachgeregelte Spannung	24–25 V
	Beschichtungsdurchläufe	4–6

des Spritzprozesses mäanderförmig unter dem Plasmakopf verfahren.

Zur Charakterisierung der Beschichtungen wurden verschiedene etablierte Analysemethoden eingesetzt. Die Schichtdicke sowie die Oberflächenrauheit der beschichteten und sandgestrahlten Substrate wurden mit einem Konfokalmikroskop (MarSurf CM explorer, Mahr GmbH) erfasst. Durch die gezielte Maskierung des Substrats entstand während des Spritzprozesses eine Schichtstufe, entlang derer jeweils neun Einzelmessungen der Schichtdicke pro Probe durchgeführt wurden. Zur Untersuchung der Schichttopografie kamen rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen (REM: SUPRA 55VP, Carl Zeiss Microscopy GmbH) zum Einsatz. Die hochauflösenden Bilder ermöglichen eine detaillierte Analyse der Oberflächenstruktur und liefern wichtige Hinweise zur Ausbildung einzelner Partikel (*Splats*) sowie zur Verteilung von Poren und Einschlüssen in der Spritzschicht. Zur quantitativen Erfassung der Porosität wurden zehn benachbarte, nicht überlappende Querschliffaufnahmen ebenfalls mit dem genannten Konfokalmikroskop (Vergrößerung: 100fach) erstellt. Die Auswertung erfolgte mithilfe einer Grauwertanalyse mit der Bildverarbeitungssoftware ImageJ, bei der dunkle Porenbereiche automatisiert vom umgebenden Matrixmaterial abgegrenzt und flächenanteilig bestimmt wurden.

Die Haftfestigkeit wurde in Anlehnung an DIN EN ISO 4624 mithilfe von Stempelabrissversuchen ermittelt. Dafür wurden zunächst zylindrische Edelstahlprüfkörper an der Stirnfläche mit Aluminiumoxid beziehungsweise Aluminiumoxid-Kupfer beschichtet. Als Gegenstücke dienten separate Stahl-Prüfstempel, die zuvor sandgestrahlt, mit Pyrosil® beflammt und mit dem Primer SuraLink 021

(Sura Instruments GmbH) vorbehandelt worden waren. Im Anschluss wurden jeweils ein beschichteter Prüfkörper und ein vorbereiteter Prüfstempel mit Scotch-Weld DP460 verklebt und für 2 Stunden bei 65 °C ausgehärtet. Die Prüfung erfolgte für jeden Prozessparameter an fünf Vergleichsproben mit einer Universalprüfmaschine (Inspekt table 50 kN, Hegewald & Peschke Meß- und Prüftechnik GmbH).

Die Abrasionsbeständigkeit wurde in Anlehnung an DIN ISO 9352 mit einem Taber-Abraser (Typ 5131, Erichsen GmbH) untersucht. Dabei kamen Calibrade-Rollen des Typs H18 bei einem Gesamtprüfgewicht von 625 g (Gerätengewicht einschließlich Zusatzgewicht) zum Einsatz. Der Masseverlust wurde gravimetrisch nach jeweils 100 Umdrehungen bestimmt. Der Test wurde jeweils beendet, sobald das darunterliegende Substratmaterial sichtbar wurde. Nach Abschluss des Tests erfolgte zudem eine Auswertung des Schichtabtrags mittels Konfokalmikroskopie (insgesamt vier Messungen pro Probe), wobei die Tiefe der Reibradspuren im Vergleich zu umliegenden, unbelasteten Schichtbereichen vermessen wurde.

3 Wirkung von Kupferdotierungen auf Struktur und tribologische Eigenschaften

Die Al_2O_3 -Cu-Beschichtungen erscheinen insgesamt grau bis kupferfarben, wobei die Farbtintensität mit steigendem Kupferanteil

zunimmt (Abb. 1). Bei niedrigen Stromstärken ist der Kupfertön besonders ausgeprägt, während die Beschichtungen mit zunehmender Stromstärke eine zunehmend grautönige Färbung zeigen. Ursache hierfür ist der steigende Anteil an aufgeschmolzenem Aluminiumoxid, der bei höheren Plasmatemperaturen verstärkt in die Schicht eingebracht wird und die optische Wirkung des Kupfers überlagert. Reines Aluminiumoxid hingegen erscheint, unabhängig von der Stromstärke, stets weiß. Im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen lagen die erzielten Schichtdicken in Abhängigkeit des untersuchten Parameterfeldes zwischen 20 μm und 60 μm . Mit steigender Stromstärke lässt sich ein deutlicher Anstieg der Schichtdicke beobachten (Abb. 2). Die Beschichtungsrate profitiert dabei von der gesteigerten thermischen Energie, welche ein intensiveres Aufschmelzen des Spritzmaterials begünstigt. Im Vergleich zu reinen Aluminiumoxidbeschichtungen zeigen die Mischschichten jedoch keine signifikanten Unterschiede in der resultierenden Schichtdicke.

Die Oberflächenrauheit der Mischbeschichtungen aus Aluminiumoxid und Kupfer liegt mit Sa-Werten zwischen 3,2 μm und 3,5 μm in einem engen Bereich und zeigt keine ausgeprägten Abhängigkeiten von der Stromstärke oder dem Kupferanteil. Die gemessenen Werte entsprechen weitgehend denen reiner Aluminiumoxidbeschichtungen. Rasterelektronenmikroskopische Aufnahmen (Abb. 3)

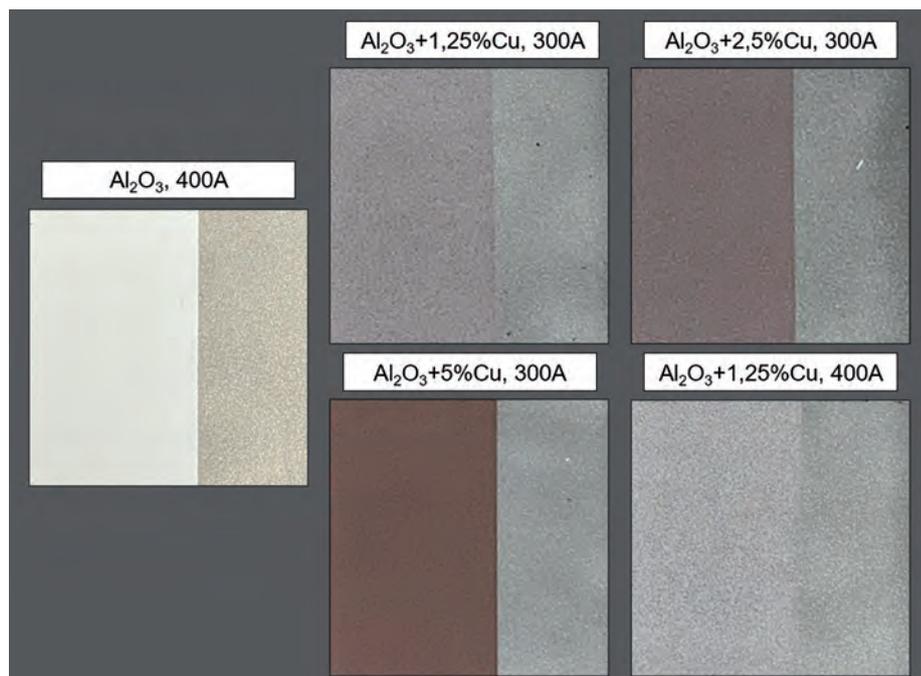


Abb. 1: Partiiell beschichtete Edelstahlbleche (5 x 5 cm²) mit erzeugter Schichtkante; Vergleich zwischen Al_2O_3 -Cu- und reinen Al_2O_3 -Beschichtungen

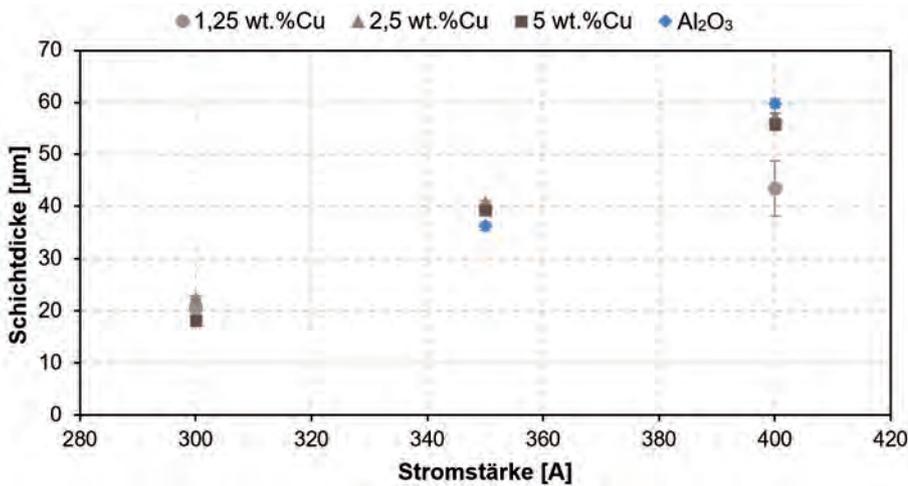


Abb. 2: Ermittelte Schichtdicken in Abhängigkeit von der eingestellten Stromstärke; Vergleich zwischen Al₂O₃-Cu- und reinen Al₂O₃-Beschichtungen

und 12 % und nimmt mit steigender Stromstärke deutlich ab. Der stärkste Rückgang wurde im Bereich zwischen 300 A und 350 A beobachtet.

Die in *Abbildung 4* dargestellten Porositätswerte basieren auf einer quantitativen Grauwertanalyse von lichtmikroskopischen Querschliffaufnahmen. Dabei wurden dunkle Porenbereiche und die helle Matrix mithilfe der Bildverarbeitungssoftware ImageJ ausgewertet und der Flächenanteil der Poren bestimmt.

Im direkten Vergleich mit reinem Aluminiumoxid weisen die dotierten Beschichtungen bei gleicher Stromstärke systematisch niedrigere Porositätswerte auf. Bei 400 A beträgt die Porosität der Mischschicht aus Aluminiumoxid und Kupfer lediglich rund 1 %, während reine Aluminiumoxidschichten unter identischen Bedingungen über 4 % aufweisen. Dieses Verhalten lässt sich durch das unterschiedliche thermophysikalische Verhalten beider Komponenten erklären.

Während Aluminiumoxid nur partiell aufgeschmolzen wird, verflüssigt sich Kupfer unter den gegebenen Bedingungen deutlich stärker und kann beim Auftreffen als Füllmaterial zwischen den keramischen Partikeln wirken.

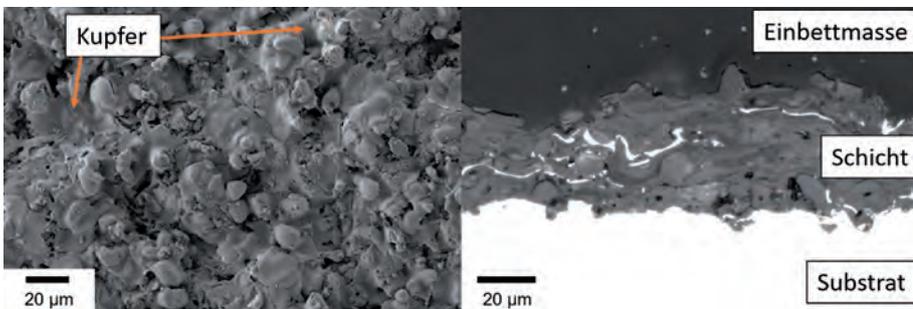


Abb. 3: REM- (links) und Querschliffaufnahme (rechts) einer Al₂O₃-Cu-Beschichtung (350 A) mit typischer Lamellarstruktur; im Querschliff erscheinen Kupferpartikel weiß, keramische Matrix dunkelgrau und Poren schwarz

zeigen die für das Plasmaspritzen typische, unregelmäßige Oberflächenstruktur mit einzeln erstarrten Partikeln (Splats), die sich teils überlappen. Zwischen den Partikeln treten vereinzelt Poren unterschiedlicher Größe auf, die in Abhängigkeit von der Prozessführung zur Ausbildung eines offenen Porennetzwerks beitragen können.

Auffällig ist, dass kupferhaltige Bereiche an der Oberfläche deutlich glatter erscheinen, was auf das bessere Aufschmelzverhalten von Kupfer im Vergleich zur keramischen Matrix zurückzuführen ist. Durch die höhere Wärmeleitfähigkeit und geringere Schmelztemperatur wird Kupfer stärker verflüssigt, was lokal zu einer gleichmäßigeren Verteilung und Glättung beiträgt, ohne jedoch den mittleren Rauheitswert signifikant zu beeinflussen.

Zur weiterführenden Charakterisierung der Schichtmorphologie wurden Querschliffe angefertigt. Einen exemplarischen Querschliff zeigt *Abbildung 3 rechts*. Zu erkennen ist der typische lamellare Aufbau mit feinen Grenzflächenrissen und lokal eingelagerten Poren. Im Querschliff sind die einzelnen Bestandteile

klar voneinander abgegrenzt. Das keramische Matrixmaterial erscheint dunkelgrau, während eingebettete Kupferpartikel als helle bis weiße Einschlüsse erkennbar sind. Die Poren hingegen sind als schwarze Bereiche deutlich zu identifizieren. Die ermittelte Gesamtporosität der Al₂O₃-Cu-Schichten liegt im untersuchten Stromstärkebereich zwischen 1 %

Lesen Sie weiter unter womag-online.de

Unter WOMag-online.de steht der gesamte Beitrag zur Ansicht zur Verfügung. Im Weiteren werden die Eigenschaften der aufgetragenen Schichten detailliert erläutert und mit denen von Harteloxal verglichen.

Der Gesamtumfang des Beitrags beträgt etwa 4,5 Seiten mit 6 Abbildungen, 1 Tabelle und 7 Literaturhinweisen..



SERFILCO®
Pumpen & Filter
chemiebeständig · robust · langlebig

Der starke Partner für Industrie & Anlagenbau!

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

Alternative Technologien zur Verchromung

Von Uwe König, Udo Sievers, Berthold Sessler und Herbert Käzmann

Die galvanischen Beschichtungsverfahren werden seit mehr als 100 Jahren zur Herstellung von hochwertigen Oberflächen für dekorative und funktionelle Anforderungen mit gutem Erfolg eingesetzt. Diese Bewährung der Verfahren begründet die geringe Neigung, Weiterentwicklungen zu kostenintensiven, aber umweltverträglichen Verfahren zu betreiben. Die REACH-Verordnung hat hier zwangsläufig zu einem Wandel geführt. Um Änderungen umsetzen zu können, müssen die bestehenden Verfahren auf ihre besonderen Eigenschaften hin charakterisiert und die tatsächlichen Anforderungen der Oberflächen für die unterschiedlichen Einsatzzwecke überprüft werden, was in breitem Umfang am Beschichtungsverfahren des galvanischen Verchromens durchgeführt wurde und wird.

1 Hintergrund

Mit dem Sunset Date 21. September 2021 darf Chromtrioxid gemäß der europäischen Chemikalienverordnung REACH grundsätzlich nicht mehr verwendet oder in Verkehr gebracht werden, sofern keine Autorisierung für die Verwendung erteilt wurde. Verbunden hiermit ist die Suche nach Alternativen, welche das Chromtrioxid ersetzen können, entweder als Chemikalie selbst oder als aufgebraute Beschichtung, sprich eine andere Beschichtungstechnologie.

Diese Situation sollte aktuell jedem bekannt sein, der Chrom(VI)verbindungen nutzt. Weniger bekannt ist, dass Anwender des Endprodukts *metallisches Chrom* von dem Verbot nicht betroffen sind. Damit ist auch die Motivation für die Suche nach einer anderen Beschichtung als Ersatz für metallisches Chrom bei den Anwendern gering.

Allerdings ist zu beobachten, dass die Anwender verstärkt nach angepassten funktionellen Systemen suchen. Dabei ist die Zukunft der Oberflächentechnik nicht allein von technischen Entwicklungen, etwa Durchbrüchen in der Materialforschung, in der Nano- und der Biotechnologie, geprägt [1]. Starke gesellschaftliche, wirtschaftliche und ökologische Trends bestimmen ihre künftigen Einsatzfel-

der und Märkte. Die Oberflächentechnik kann unter anderem zu einer erhöhten Energieeffizienz, zu einer nachhaltigeren Mobilität, zu verbesserten medizinischen Geräten, zu mehr Komfort im Alltag und zur Sanierung der Umwelt beitragen.

Aktuell werden die traditionellen Verfahren aufgrund ihres hohen Entwicklungsstands noch in der Mehrheit genutzt. Neue beziehungsweise weiterentwickelte Verfahren nehmen aber an Bedeutung zu.

1.1 Traditionelle Verfahren der Oberflächenveredlung

Zu den klassischen Methoden der Oberflächenbearbeitung zählt insbesondere die galvanische Beschichtung [2]. Dieses Verfahren hat sich über Jahrzehnte bewährt und wird häufig für dekorative oder funktionale Zwecke eingesetzt (Abb. 1). Durch die elektrochemische Abscheidung von Metalloberflächen wird ein effektiver Schutz unter anderem vor Korrosion gewährleistet. Neben der Galvanotechnik umfasst die traditionelle Oberflächenveredlung den Einsatz von Lacken, Pulverbeschichtungen und manuellen Verfahren der mechanischen Oberflächenbearbeitung.

Diese Methoden sind insbesondere bei kleinen und mittelständischen Unternehmen

weit verbreitet, da sie mit bewährten Prozessen und vorhandenen Maschinen gut kompatibel sind.

Trotz ihrer Effektivität haben diese Methoden jedoch auch Nachteile, darunter hohe Materialkosten, die Entstehung von Abfallprodukten, eine begrenzte Präzision und ein relativ hohes Risiko in der Chemikaliensicherheit. Für viele Unternehmen wird es daher immer wichtiger, alternative Technologien in ihre Fertigungsprozesse zu integrieren, um wettbewerbsfähig zu bleiben und gleichzeitig den Anforderungen an Nachhaltigkeit gerecht zu werden. Klassische Verfahren stoßen oft an ihre Grenzen, wenn es um die Bearbeitung von komplexeren Geometrien oder feineren Details geht, was die Nachfrage nach innovativeren Techniken stark steigert.

1.2 Beispiel für moderne Technologien: Plasma- und Laserverfahren

Die Vielseitigkeit der Plasma- und Laserverfahren macht sie zu einer idealen Lösung für die Bearbeitung von Bauteilen in Branchen wie der Automobil- und Luftfahrtindustrie. Durch die Unterstützung der Lasertechnologie lassen sich sowohl neuartige Zusammensetzungen der Beschichtungen, zum Beispiel unter Einsatz pulverförmiger Werkstoffe, als auch hohe Auftragsgeschwindigkeiten erzielen [3]. Und dank modernster Steuerungstechnologien können Unternehmen notwendige Anpassungen in Echtzeit vornehmen, was die Fehlerquote erheblich verringert und die Produktivität steigert.

1.3 Beispiel für technologischen Fortschritt: Einsatz von Nanotechnologie

Mit nanoskaligen Beschichtungen können spezifische Eigenschaften wie Hydrophobie oder zusätzliche Materialhärte erzielt werden. Dieses Verfahren wird zum Beispiel auch zur Herstellung von kratzfesten und selbstreini-



Abb. 1: Sowohl für technische Oberflächen wie Walzen als auch für dekorative Oberflächen in der Sanitärindustrie haben sich Chrombeschichtungen seit vielen Jahren bewährt (Bild: LKS [18], HK)

genden Oberflächen verwendet, was vor allem im Bereich der Konsumgüter und in der Architektur großen Anklang findet. Die Einsatzmöglichkeiten der Nanotechnologie entwickeln sich stetig weiter. Besonders spannend sind hier auch die Möglichkeiten, mit Hilfe von Nanopartikeln antibakterielles Verhalten oder elektrisch leitfähige Beschichtungen auf Oberflächen zu erzeugen, was neue Anwendungsbereiche erschließt.

2 Aktuelle Methodenvielfalt zur Veredelung von Oberflächen

2.1 Hintergrund zur Suche nach Substitution von Verchromung

Die Kombination einer gefährlichen Substanz mit ungefährlichen Anwendungen ist in der Gesetzgebung der Chemikaliensicherheit einmalig. Diese Situation erschwert das Umgehen mit der gefährlichen Chemikalie Chrom(VI) sichtlich. Kunden Verchromung sehen jedoch keine Notwendigkeit, eine funktionierende Beschichtung zu ersetzen.

Lediglich die Unsicherheit in der Lieferfähigkeit macht Kunden verstärkt auf die Situation aufmerksam, insbesondere auch auf die Absicherung längerfristiger Lieferfähigkeit bei zahlreichen Produkten, zum Beispiel in der Automobilbranche. Das Nutzungsverbot von Chrom(VI)verbindungen in Verbindung mit der Lieferfähigkeit von metallischen Chrombeschichtungen hat die Diskussion hinsichtlich einer möglichen Weiterverwendung von Chrom(VI) allerdings deutlich intensiviert. Deutlich geworden ist die Notwendigkeit einer juristischen und wirtschaftlichen Aufarbeitung, deren Ergebnisse zu möglichen Reaktionen aller beteiligten Gruppen führen wird.

Die aktuellen Bewertungen erfordern eine möglichst sichere und belastbare Sammlung von Informationen. Ziel ist es, jede Anwendung zu beschreiben und hinsichtlich der Notwendigkeit der weiteren Nutzung von Chromtrioxid zu bewerten. In der gesamten Beschichtungstechnologie wird jedoch spätestens seit dem Ende der 1990iger Jahre in verstärktem Umfang nicht mehr die Beschichtung als solche betrachtet, sondern die Realisation gewünschter Eigenschaften und Funktionen. Verschiedene Technologien werden erfolgreich genutzt und haben auch bereits zu Erweiterungen der Produktspektren geführt. Weiterhin erfolgreich werden aber auch die klassischen Verfahren auf Basis von Chrom(VI)verfahren eingesetzt, die sich bewährt haben und die für die unterschiedlichsten Anwendungen optimiert worden sind.

Einige ergänzende Technologien, die in Konkurrenz zueinander stehen, sind zum Beispiel:

- Trivalentes Chrom (Chrom(III)beschichtungen)
- Dünnschichttechnologien (PVD und CVD)
- Hochleistungspolymere und organische Beschichtungen
- Zink-Nickel-Legierungen und andere galvanische Beschichtungen
- Anodisierung (Konversationsbeschichtung)
- Umweltfreundliche Passivierungen
- Nanobeschichtungen

Aus der Gruppe der konkurrierenden Beschichtungsverfahren und den daraus hergestellten Beschichtungen beziehungsweise Oberflächen werden unter anderem die folgenden bereits erfolgreich genutzt:

- Vernickelung und sonstige galvanische Verfahren
- Chromschichten aus Verfahren mit dreiwertigen Chromverbindungen
- Einbau von Nanopartikeln beziehungsweise Schichtmodifikationen
- Oberflächenhärtung wie Aufkohlen, Carbo-nitrieren, Cyanisieren, Nitrieren, Borieren
- Chemische Abscheidung aus der Gasphase (CVD-Technologien)
- Thermische Hochgeschwindigkeitsverfahren (thermisches Spritzen)
- Physikalische Abscheidung aus der Dampfphase (PVD-Technologien)
- DLC-Beschichtungen (DLC – diamantähnlicher Kohlenstoff)
- Plasmaspritzen
- Allgemeine Laser- und Schweißbeschichtungstechnologie
- Lackierung

Zu beachten ist, dass nicht nur die Beschichtung selbst in der Diskussion steht, sondern auch die Änderung beziehungsweise Anpassung des Substrats. So wird untersucht, ob die Art des Stahls als häufigstes Substrat angepasst werden kann (rostfreier Stahl oder Schnellarbeitsstahl) oder das Produkt als solches in Design und Funktion überhaupt noch eine Beschichtung benötigt.

Eine abschließende Bewertung zum Vergleich der Technologien ist derzeit nicht möglich. Grund hierfür ist nicht nur der technologische Aspekt, weitaus wichtiger ist die Bewertung des mit der Anwendung verbundenen Risikos. Es soll unbedingt vermieden werden, eine *Regrettable Substitution* durchzuführen; dies bedeutet, dass die Alternative nicht ein höheres oder vergleichbares Risiko erzeugen darf.

Ein belastbarer Vergleich des Risikos der einzelnen Beschichtungstechnologien ist nur sehr schwer möglich. Auch aufgrund der Viel-

zahl der Alternativen ist dies absehbar nicht zu erwarten. Damit hat die Verwendung von Chrom(VI)verbindungen juristisch gegenüber den anderen Technologien allerdings einen Nachteil. Die zur Bewertung dieser Anforderung notwendigen Kriterien sind derzeit jedoch nicht eindeutig.

Typischerweise werden folgende Bereiche zur Bewertung herangezogen:

- Gesundheitsschutz
- Umweltschutz
- Rechtliche Compliance
- Verbesserung der *Corporate Social Responsibility*
- Kosteneinsparungen
- Innovation und technologische Entwicklung
- Reduktion von Haftungsrisiken

2.2 Treiber zur Substitution

Die zur Bewertung von Substitutionsmöglichkeiten von Chemikalien sowie die Zusammenstellung der geforderten Eigenschaften der Substanzen aktuell verstärkt genutzten Datenquellen sind zum einen die Informationen, die bei der Registrierung der Stoffe angegeben worden sind und zum anderen die der eingereichten Anträge auf eine Ausnahme vom Verbot, also durch eine Autorisierung für spezielle Anwendungen.

Besonders die Verwendung der Chromsäure (CrO_3) zur Verchromung hat sich als so weit verbreitet gezeigt, dass zum einen eine Erfassung aller relevanten Anwendungen bisher nur bedingt möglich ist und zum anderen die Bewertung möglicher Substitutionen der Chromschicht zum spezifischen Produktersatz durch die weite Verbreitung problematisch ist. Letzteres liegt wesentlich daran, dass viele Anwendungen auf die Verwendung einer Chromschicht ausgerichtet worden sind. Hierdurch wurden im Lauf der Jahre Optimierungen ermöglicht, die nur schwer zu substituieren sind.

Allerdings hat sich gezeigt, dass viele Anwendungen nicht zwingend den Einsatz von Chrom(VI)verbindungen erfordern. Damit wird jede Anwendung sich hinsichtlich des Nutzens rechtfertigen müssen. Diese Diskussion wird im Zusammenhang mit REACH durch den Begriff *Essential Use* beschrieben. Ausgehend von der Betrachtung der Chrom(VI)verbindungen müssen Alternativen nachweisen, dass diese hinsichtlich des chemischen Risikos sicherer sind. Wie die Bewertung des Ersatzes von Chromschichten ist eine Evaluation des Risikos aufgrund von fehlenden Daten meist nur schwer möglich, wenn auch notwendig.

OBERFLÄCHEN

Die Diskussion zum Austausch der Chrombeschichtungen aufgrund der REACh-Verordnung muss deshalb wie die Entscheidung über eine betriebliche Weiterentwicklung durch technologische Entwicklungen behandelt werden. Eine alleinige Betrachtung des Risikos ist in der aktuellen Diskussion nicht ausreichend, sollte aber alle Beteiligten motivieren, sich der Thematik zu stellen.

Zur Realisierung einer Substitution ist neben der Diskussion nach REACh damit eher die Überwindung der klassischen Innovationshemmnisse relevant. Zu nennen sind die folgenden zehn Hauptgründe, warum Neuerungen nicht umgesetzt werden:

- Verteidigung bestehender Strukturen
- Fehlende Zeit
- Erfahrungen durch anwendende Kunden fehlen
- Unklare Qualitätsanforderungen seitens der Kunden
- Führungskräfte scheuen radikale Entscheidungen
- Unklare rechtliche Vorgaben beziehungsweise zu viele Sicherheitsanforderungen
- Zu geringes Finanzbudget
- Unflexible und langsame Arbeitsweise in den Unternehmen
- Fehlende Akzeptanz durch Mitarbeiter
- Fehlende Fachkräfte

Diese sind vielfach zusammengefasst und diskutiert worden, ohne dass daraus erkennbare Verbesserungen für die Mehrzahl der betroffenen Unternehmen entstanden sind.

Verschiedene Umfragen und Untersuchungen zeigen, dass Neuerungen nur sehr zögerlich eingeführt werden, wenn bestehende Strukturen verändert werden müssen.

In Kombination mit der REACh-Verordnung beschreibt dies die geringe Motivation beim Endanwender, die Chromschicht zu ersetzen beziehungsweise in Frage zu stellen. Es ist also nicht zu erwarten, dass wirkliche Veränderungen erfolgen werden, solange eine Substitution nicht zwingend vorgeschrieben wird.

Ein Ende der Diskussion zum Stand der weiteren Verwendung von Chrom(VI)technologien ist aktuell nicht absehbar. Allerdings haben andere Beschichtungstechnologien ihre Eignung als Ergänzung und teilweise als Ersatz der Chromschicht durchaus nachgewiesen.

Die von der ECHA veröffentlichten Daten ergeben, dass mehr als die Hälfte der Registrierungsdossiers die Chrom(III)technologie als potentielle und vielversprechendste Alternative angeben. Etwa ein Viertel sehen

PVD, CVD, DLC und chemisch abgeschiedenes Nickel als Alternative. Weitere Nennungen umfassen spezielle Untersuchungen, die nur für eine einzelne Anwendung genutzt werden können. Die Angaben der Autorisierungsanträge bestätigen dieses Bild [4].

Da die Substitutionen also nur bedingt technologisch getrieben sind, ist als wesentliche Alternative für zukünftige Beschichtungen das chrom(III)basierte Verfahren zu erwarten. Diese Bewertung beruht im Wesentlichen auf dem Wunsch der Endanwender, die metallische Chromschicht beizubehalten. Nichtsdestoweniger werden die anderen Verfahren ihre jeweiligen Potenziale verstärkt entwickeln und in den Prozess einbringen.

2.3 Aktuell diskutierte Verfahren und Methoden

Eine Vielzahl von Aufstellungen dokumentieren die genutzten Methoden. 2020 hat die BAuA die Studie *Survey on technical and economic feasibility of the available alternatives for chromium trioxide on the market in hard / functional and decorative chrome plating* veröffentlicht. Die relevanten Technologien stellt diese Studie vollumfänglich dar. *Tabelle 1* fasst diese zusammen.

2.4 Stand der Umsetzung

Als wesentliches Hemmnis wurde die fehlende Verlässlichkeit der Entscheidungen über die Durchführung der verschiedenen Aspekte

Tab. 1: Relevante Technologien zur klassischen galvanischen Verchromung

Gruppe	Methode	
Galvanisch	Chrombeschichtung auf der Grundlage eines chromtrioxidfreien Abscheidungsverfahrens	
	Ionische Chrom(III)flüssigkeiten	
	Schwarzes Nickel stromlos abscheiden	
	Galvanische Verkupferung	
	Stromlose Vernickelung bzw. allgemein stromlose Beschichtung	
	Elektrolytisches Schwarz-Zink-Nickel	
	Eisen-Phosphor-Beschichtung	
	Beschichtungen aus Nickel und Nickellegierungen (Ni-B, Ni-P; Ni-W)	
	Physikalisch / Dünnschicht	Atmosphärisches Plasmaspritzen: MCrAlY // feuerfeste Oxide
		Chemische Abscheidung aus der Gasphase - dünne DLC-Schichten
Physikalische Abscheidung aus der Dampfphase (PVD)		
Grundmaterial	Alternative Texturierungsmethoden	
	Wechsel des Grundwerkstoffs (rostfreier Stahl)	
	Schmiedestahl-Arbeitswalzensorten (ohne Chrombeschichtung)	
	Keine Beschichtung	
Laser	Allgemeine Laser- und Schweißbeschichtungstechnik	
	Laserverfahren und Auftragsschweißtechniken	
Härten / Thermisch	Einsatzhärten (Aufkohlen, Carbonitrieren, Cyanisieren, Nitrieren, Borieren)	
	Nitrieren	
Plasma	Hochgeschwindigkeits-Sauerstoff-Brennstoff (HVOF)-Spritzverfahren	
	Elektrolytische Entladungsbeschichtung (EDC)	
	Ionen-Implantation	
Nano	Plasmaspritzen	
	Nanokristalline Kobalt-Phosphor-Legierungsbeschichtung	
Sonstiges	Stromlose Nickelbeschichtung mit Polytetrafluorethylen (PTFE)	
	Kunststoffbeschichtung	
	Pulverbeschichtungsprozess	
	Sol-Gel-Verfahren	
	Drahtflammspritzen	
	Zink-Diffusionsverfahren mit Passivierung	
	Materialien auf Zinkbasis (Zink, Zink-Zinn, Zink-Aluminium, Passivierung auf Zink-Nickel-Basis, nicht-elektrolytische Verzinkung)	
Schmiermittel-Lack-Beschichtungsverfahren		

Hinweis zur Änderung der Gesellschaftsform

Als Plattform für Entwicklungsaktivitäten speziell für kleine und mittelständische Betriebe der oberflächentechnischen Branchen konzipiert, plant und begleitet eiffo seit 2013 die Durchführung konkreter industrieller Entwicklungs- und Innovationsmaßnahmen. Die Schwerpunkte liegen auf allen Gebieten der Oberflächenbehandlung und Beschichtung.

eiffo wurde seit ihrer Gründung in der Rechtsform einer eingetragenen Genossenschaft geführt. Die bisherige Genossenschaft wurde durch Mitteilung im Bundesanzeiger mit Datum 2. Februar 2024 aufgelöst. Das Geschäft wird seither in Form einer eingetragenen Partnergesellschaft und der Firmierung eiffo PartG Innovationsberatung mit Sitz in Würzburg geführt.

In Zusammenhang mit der Auflösung sind Gläubiger der Genossenschaft aufgefordert, sich bei ihr zu melden.

www.eiffo.de

10 WOCHEN. 10 PROZENT.

100% ARBEITSSCHUTZ.



REACH Kompatibel

Willkommensrabat für Neukunden www.hapoc.de/shop

Jetzt Neukunde werden und sofort sparen.

10 x 10:

Die Formel für mehr Sicherheit im Arbeitsschutz.
Sie erhalten im Aktionszeitraum vom
15.09.-30.11.2025 10% Rabat auf alle:

- ✓ Handschuhe
- ✓ Schutzbrillen
- ✓ Sicherheitsschuhe
- ✓ Abdeckbänder

**Fordern Sie noch heute Ihre Zugangsdaten
an: info@hapoc-gmbh.de**

der REACH-Verordnung identifiziert: Viele Beispiele zeigen die Potenziale eines möglichen Ersatzes der Chrom(VI)technologie auf. Solange jedoch keine Entscheidung über die Bedingungen der Umsetzung des Chrom(VI)verbots gefallen ist, besteht nach Ansicht der Anbieter von Alternativen kein Bedarf, sich mit der Verchromung intensiv zu befassen.

Die derzeitigen Angebote sind ausreichend und können in vielen Fällen die Chromschicht ergänzen oder ersetzen. Weiterhin sind die Anwendungsmöglichkeiten der verschiedenen Technologien so vielfältig, dass derzeit ein Ersatz der Verchromung kein wirklich zentrales Thema bei den Anbietern der Alternativverfahren ist.

Aufgrund der vielfältigen Aspekte der Anwendung der Verchromung kann ein Ausblick nur bedingt gegeben werden. Hinsichtlich einer Substitution ist nicht zu erwarten, dass diese allein durch die REACH-Verordnung getrieben wird. *Regrettable Substitutions* sind ebenso zu vermeiden wie unkalkulierbare Effekte auf die vorhandenen Ressourcen, sei es Material, Energie oder Wiederverwertung.

-wird fortgesetzt-

Literatur

- [1] Dr. Karlheinz Steinmüller; Z_punkt GmbH The Foresight Company, Zukunftstrends 2025 – Anforderungen für die Oberflächentechnik
- [2] INDUSTRICA - Innovationen in der Oberflächenveredlung: Von klassischen Methoden zu modernen Ansätzen; <https://industrica.de/wissen/innovationen-in-der-oberflaechenveredlung/>
- [3] S. Vogt, M. Göbel: Perspektiven für den Ersatz von konventionellen Beschichtungsverfahren durch das Laserauftragschweißen; WOMag 7-8/2024; https://www.wotech-technical-media.de/womag/ausgabe/2020/07-08/24_vogt_lmd_07-08/24_vogt_lmd_07-08.php
- [4] Main alternatives to harmful substances subject to REACH authorisation, ECHA 07/2023; <https://www.echa.europa.eu/alternatives-to-harmful-substances-subject-to-authorisation>
- [17] N.N.: Laserauftragschweißen – eine Alternative zu konventionellen Beschichtungsverfahren; WOMag 3/2020; https://www.wotech-technical-media.de/womag/ausgabe/2020/03/28_trumpf_laser_03j2020/28_trumpf_laser_03j2020.php
- [18] H. Käszmann: Ob hart oder korrosionsbeständig – LKS stellt sich den Herausforderungen an moderne Oberflächen; WOMag 11/2012; https://www.wotech-technical-media.de/womag/ausgabe/2012/11/41_womag_lks_01_12/41_womag_lks_01_12.php

Der Weg zur Highend-Filtration

Innovatives Filtersystem durch hervorragendes Teamwork

Die Sager + Mack GmbH & Co. KG hat in intensiver Zusammenarbeit mit der Dr.-Ing. Max Schlötter GmbH & Co. KG eine neue Technologie für die Filtration von Elektrolyten in der Galvanotechnik zu einem serienreifen Filtersystem entwickelt und dieses bei der Grau & Wagenblast GmbH in Untergröningen mit großem Erfolg einem Praxistest unterzogen. Der Praxistest bestätigt die einfache und sichere Bedienung bei gleichzeitig deutlich erhöhter Effizienz und Nachhaltigkeit

Für die Herstellung von hochwertigen, galvanisch abgeschiedenen Metallschichten sind gut funktionierende Elektrolyte, eine exzellente Ausstattung an Geräten sowie ein hohes fachliches Know-how der Beschichter erforderlich. Von besonderem Vorteil ist es, wenn die Fachleute aus diesen verschiedenen Bereichen intensiv zusammenarbeiten mit dem gemeinsamen Ziel, sowohl die Beschichtungen in bester Qualität auszuführen, als auch Energie und Arbeitskräfte optimal einzusetzen.

Filtration mit besonderen Herausforderungen

Vor knapp drei Jahren kamen wichtige Marktvertreter der Galvanotechnik zusammen, um aktuelle Herausforderungen nicht nur mit bestehenden Technologien zu optimieren, sondern innovativ tätig zu werden. Der Verfahrenslieferant Dr.-Ing. Max Schlötter aus Geislingen/Steige hatte die Erfahrung gemacht, dass Beschichtungsunternehmen bei der Verzinkung aus alkalischen Systemen von Fall zu Fall Qualitätseinbußen bei Zinkschichten, die aus alkalischen Elektrolyten abgeschieden werden, verzeichneten. Grund ist die Bildung von unlöslichem Zinkoxid durch zu niedrige Konzentrationen an Natriumhydroxid, die speziell im Zink-Lösebehälter auftreten können. Das Zinkoxid ist mit beste-

henden Filtrationsverfahren kaum entfernbar. Zudem entstehen in Zinklöseabteilen, auch bei Zink-Eisen- und Zink-Nickel-Verfahren, feinste metallische Partikel bei der Auflösung der metallischen Zinkanoden. Neben Schmutzeintrag aus der Umgebungsluft der Beschichtungsanlage sind sie ebenfalls eine Quelle von stark störenden Verunreinigungen, die zur Entstehung von rauen Schichten führen können.

Sager + Mack als Spezialisten für die Filtration von Elektrolyten bietet Verfahren, beispielsweise unter Einsatz von Plattenfiltern, an, die solche feinen Inhaltsstoffe entfernen können. Allerdings unterliegt die Einheit aus Filter und Umwälzpumpe verfahrensbedingt einer schwankenden Effizienz, da mit zunehmender Belegung der Filterfläche der Arbeitsdruck steigt beziehungsweise die Effizienz parallel zur Umwälzrate absinkt. In der Regel ist dann ein Wechsel der Filter erforderlich, um wieder auf eine höhere Effizienz zu kommen.

Der neue Ansatz

Das war die Ausgangssituation, als sich Thomas Haberfellner von Schlötter und Peter Mack, Sager + Mack GmbH, Ende 2022 zusammensetzten und darüber nachdachten, wie Verbesserungen möglich sein könnten. Dabei kam die Sprache auf das Verfahren

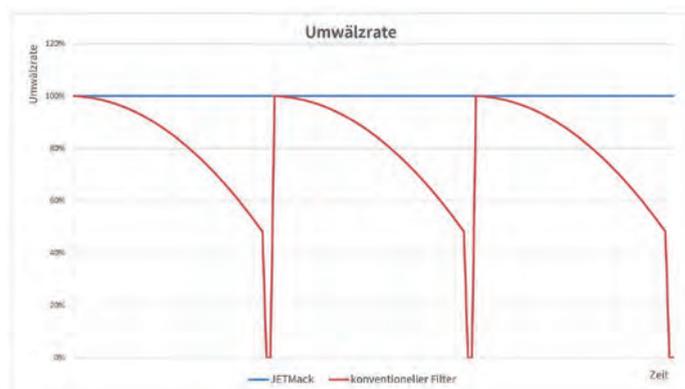
der Zyklonabscheidung. Einsatz findet diese Technik in größerem Umfang zur Partikelabtrennung aus Luft oder Gasen [1]. Ob das System für die Abtrennung von feinsten Partikeln aus wässrigen Medien auch funktioniert, war zunächst unklar. Doch der Ehrgeiz war bei Peter Mack geweckt und bei Thomas Haberfellner hatte er den richtigen Partner an seiner Seite. Anfang 2024 war dann eine Filtrationsanlage als Prototyp entstanden, die bei der Dr.-Ing. Max Schlötter in Geislingen eingesetzt und getestet wurde.

Labortest ist das eine, aber die wirkliche Bewährung einer Anlage kommt in der harten Praxis des Beschichtungsalltags – und hier kam der Dritte im Bunde hinzu: Walter Doll von der Grau & Wagenblast Metallveredelung in Untergröningen. Er hatte zeitweise mit dem Problem von störenden Partikeln im Elektrolyten bei der Abscheidung von Zink aus seinem alkalischen Elektrolyten zu kämpfen. Die Schichten entsprachen nicht den hohen Ansprüchen von Walter Doll, der seinen Kunden nur Oberflächen in höchster Qualität liefern möchte. Anhand von REM-Untersuchungen konnte eine Zinkwhiskerbildung als Ursache ausgemacht werden. Die Whisker traten nach Wärmeauslagerung und nach längerer Lagerzeit beim Endkunden auf. Besonders negativ ist die reduzierte Korrosionsbeständigkeit der Zinküberzüge aufgefallen.

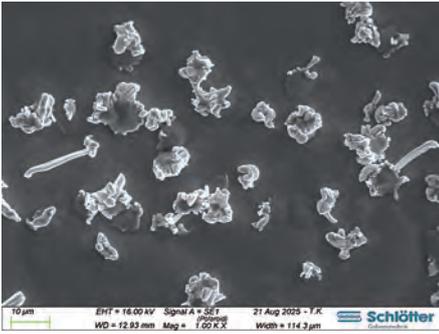
Bildung von unlöslichem Zinkoxid

Speziell in Zink-Lösebehältern für die galvanische Abscheidung von Zink aus alkalischen Elektrolyten kann sich durch eine zu niedrige Konzentration an Natriumhydroxid unlösliches Zinkoxid bilden, wobei folgende Reaktionen ablaufen:

- $Zn + 2 OH^- + 2 H_2O \rightarrow [Zn(OH)_4]^{2-} + H_2$
(Zink löst sich und Lauge (OH⁻) wird verbraucht)
- $Zn^{2+} + 2 OH^- \rightarrow Zn(OH)_2$
(bei sinkendem OH⁻-Gehalt fällt Zinkhydroxid aus)
- $Zn(OH)_2 \rightarrow ZnO + H_2O$
(weiteres Absinken der OH⁻-Konzentration führt zur Zinkoxidbildung)



Bei konventioneller Filtration von Galvanik Elektrolyten sinkt die Umwälzrate durch die Filterbelegung, was beim JETMack nicht der Fall ist



Bildung von Zink-Whiskern auf galvanisch abgeschiedenem Zink, durch die die Korrosionsbeständigkeit der Schichten verschlechtert werden kann

In der Praxis bewährt

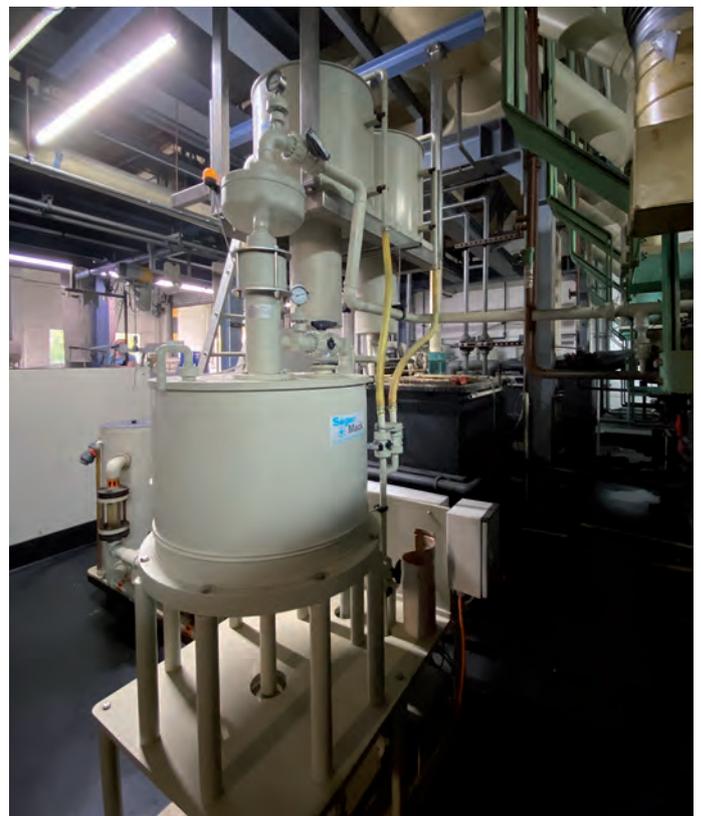
Walter Doll war sofort bereit, das neue Filtrationssystem in seinem Unternehmen einzusetzen – auch wenn altgediente Mitarbeiter in seinem Betrieb erhebliche Zweifel an der Wirksamkeit dieser Art der Filtration hegten. Zum Beginn waren – wie bei neuen Verfahren nicht anders zu erwarten – Anpassungen der Geräteeinstellung notwendig. Aber bereits bei der Gerätebedienung erkannten auch die skeptischen Fachleute im Betrieb von Walter Doll die überzeugenden Vorteile der neuen Technologie: So gestaltet sich die Wartung der Einrichtung aus Pumpe und Filter äußerst einfach bei geringstem Zeitaufwand. Dies ist auf die Funktionsweise der innovativen Filtrationsanlage zurückzuführen:

- Der Hauptfilterkreislauf über eine Umwälzpumpe und dem Zyklon läuft sehr konstant, woraus als wichtiger Vorteil eine gleichmäßige Elektrolytumwälzung folgt
- Der Zyklon konzentriert die Schmutzpartikel auf und erzeugt eine Klar- und eine schmutzangereicherte Phase
- Die Klarphase wird direkt in den Elektrolyten geleitet
- Die schmutzangereicherte Phase wird drucklos über einen Filterbeutel geführt, der diskontinuierlich und mit geringem Aufwand während des Betriebs der Anlage getauscht wird
- Nach einiger Zeit stellte sich auch ein größerer Glanz bei den beschichteten Werkstücken ein, was dazu führte, dass die

Dosierung der Glanzbildner nach ersten Erfahrungen reduziert werden kann

Die Anlage der Sager + Mack GmbH & Co. KG ist in der Regel mit zwei parallelen Beutelfiltern ausgestattet. Zum Filterwechsel wird auf den zweiten Beutelfilter umgeschaltet, wodurch die Wartung im laufenden Betrieb erfolgen kann. Zudem besteht beim Austauschen des Beutelfilters keinerlei Gefahr, dass die Mitarbeitenden mit dem Elektrolyten in Kontakt kommen. Der Mitarbeitende in der Galvanikfertigung, der den Filterwechsel vornimmt, benötigt lediglich die Standardausrüstung an Arbeitsschutzkleidung für den Umgang mit Laugen. Der Filterwechsel selbst ist in nur wenigen Minuten durchgeführt. Ganz im Gegenteil zu zeitintensiver Demontage, Reinigung und Montage eines Plattenfiltergeräts. Walter Doll nennt einen Zeitaufwand von 45 bis 60 Minuten bei Plattenfiltergeräten.

Die Vorteile beschränken sich aber nicht nur auf den drastisch reduzierten Zeitaufwand für die Filterwartung und die hohe Arbeitssicherheit für die Mitarbeiter. Der für den Wechsel anstehende Filterbeutel kann sehr einfach nahezu vollständig leerlaufen, so dass kein Elektrolyt zur Entsorgung anfällt. Damit erhöht sich auch die Nutzungseffizienz der Elektrolyte beziehungsweise Elektrolytbestandteile.



Die JETMack-Pilotanlage bei der Grau & Wagenblast GmbH & Co. KG in Untergöningen liefert hervorragende Filtrationsergebnisse

OBERFLÄCHEN



Peter Mack, Walter Doll und Thomas Haberfellner (v.l.) freuen sich über den erfolgreichen Test

Im Gegensatz zur klassischen Filtration zeichnet sich der *JETMack* – so der Markenname des neuen Filtersystems von Sager + Mack – durch eine absolut konstante Umwälzleistung aus, da keine abnehmende Wirkung durch Filterbelegung sowie durch Unterbrechung der Filtration beim Filterwechsel zu verzeichnen ist. Das System wird im Bypass verrohrt und kann als Beistellgerät genutzt oder selbstverständlich auch in die Anlagensteuerung integriert werden. Die Reini-

gung des Mediums erfolgt zwar mit geringerer Geschwindigkeit aufgrund des drucklosen Betriebs, so dass eine gewisse Einlaufdauer zu berücksichtigen ist. Das Filtrationsergebnis ist dafür, so das eindeutige Urteil von Walter Doll, sehr überzeugend. So betont er, dass der Elektrolyt eine nicht gekannte Klarheit durch den Einsatz des *JETMack* erreicht hat. Für seine Beurteilung wurde eine Bewertung der Oberflächenqualität und der Korrosionseigenschaften der Schichten, der Elektrolytzusammensetzungen sowie der Aufwand beim Betrieb der Pumpen erfasst.

Einsatzfelder für den *JETMack*

Getestet wurde an einer Abscheideposition für Zink mit einem Volumen von 25 000 Liter und das überaus positive Ergebnis hier spricht für sich selbst. Mit dem selben positiven Ergebnis wird auch für andere Systeme zur Abscheidung von Zink oder Zinklegierungen gerechnet. Darüber hinaus versprechen sich die beteiligten Parteien vergleichbar gute Ergebnisse bei allen Verfahren, die mit löslichen Anoden arbeiten sowie grundsätzlich bei Elektrolyten, die durch Partikel aus der Anlagenumgebung oder Eintrag über das Teilespektrum rechnen müssen. Insgesamt werden mit dem Einsatz des *JETMack* störende Partikel in den Elektrolyten oder in der Metallschicht der Vergangenheit angehören. Für den Anwender des neuen, innovativen Filtersystems ist zu berücksichtigen, dass der Platzbedarf im Vergleich zu klassischen Filtrationen geringfügig höher ist und Anpassungen des Geräts an die jeweils vorliegenden Verfahren und Arbeitsweisen erforderlich sind. Dafür gewinnt der Anwender eine erhebliche Vereinfachung bei der Bedienung, eine Erhöhung der Arbeitssicherheit im Betrieb, eine deutliche Reduzierung der Betriebskosten sowie Einsparungen an Elektrolytkosten und Kosten für Filtermedien. Alles in allem eine deutliche Erhöhung der Nachhaltigkeit, wie die beteiligten Spezialisten Thomas Haberfellner, Peter Mack und Walter Doll überzeugt betonen.

Kontakt: Sager + Mack GmbH & Co. KG; www.sager-mack.com

Literatur

[1] N.N.: Fliehkraftabscheider; <https://de.wikipedia.org/wiki/Fliehkraftabscheider>:

7. GALVANO-Zirkel – Neues und Interessantes für die Oberflächentechnik

Sager + Mack präsentiert: der 7. GALVANO-Zirkel – das exklusive Netzwerk-Event für die Galvanotechnik! Das Event findet am 23. Oktober 2025 im beeindruckenden Deutsche Automuseum auf Schloss Langenburg statt.

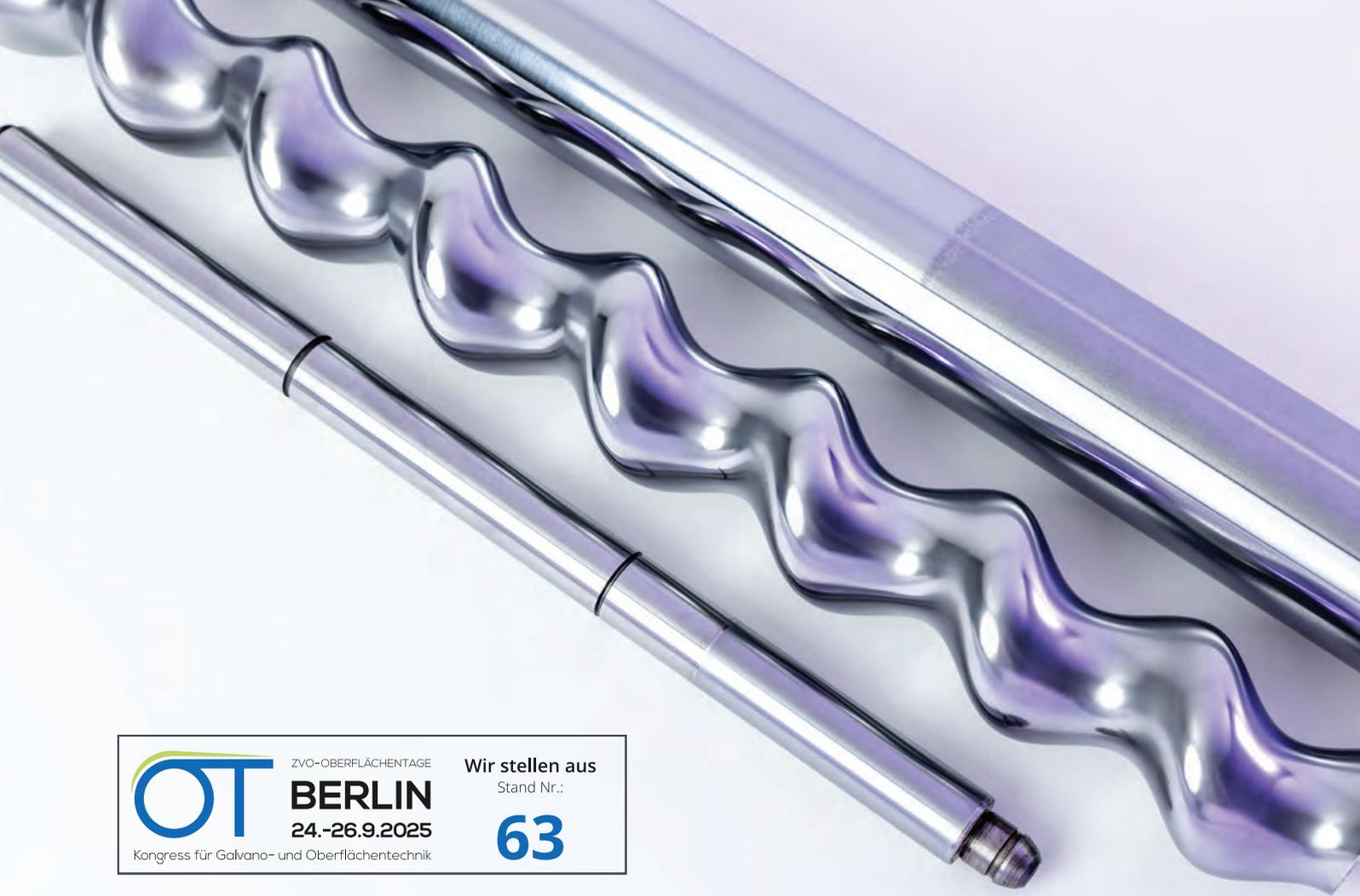
Erleben Sie am Veranstaltungstag von 9 bis 17 Uhr spannende Einblicke in die Branche, interessante Produktpräsentationen, fachkundige Vorträge und exklusive Einblicke in innovative Unternehmen – alles in einer inspirierenden und angenehmen Atmosphäre. Es gibt noch wenige Plätze – schnell noch anmelden unter:

➔ <https://www.sager-mack.com/anmeldung-galvano-zirkel/>

Das aktuelle Vortragsprogramm finden Sie unter:

➔ <https://www.sager-mack.com/news/vortragsprogramm-galvano-zirkel-2025/>





 Kongress für Galvano- und Oberflächentechnik	ZVO-OBERFLÄCHENTAGE BERLIN 24.-26.9.2025	Wir stellen aus Stand Nr.: 63
---	---	--

Oberfläche entscheidet!

Welche Trends bestimmen morgen die Galvanotechnik?
Finden Sie es heraus! Schlötter: Stand 63

1. Hartchrom im Wandel

Oliver Daub zeigt, wie moderne Chromprozesse bewährte Anwendungen revolutionieren und nachhaltige Perspektiven eröffnen.

2. Wenn es heiß wird, zählt Beständigkeit

Dr. Stefan Henne präsentiert, wie hochtemperaturbeständige Dispersionsschichten auf Silberbasis neue Maßstäbe in Zuverlässigkeit und Lebensdauer setzen.

3. High-End-Oberflächen für die Wasserstoffwirtschaft

Dr. Nils Ulrich stellt neue Schichtsysteme vor, die Schlüsseltechnologien im Bereich Green Hydrogen entscheidend voranbringen.

Neue Schutzschichten für die Fusionsenergie

Tritium ist ein kostbarer Rohstoff für die Energiegewinnung durch Kernfusion. Um dessen Verlust in künftigen Fusionskraftwerken zu verhindern, entwickeln das Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS und das Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP) neuartige Schutzschichten. Das gemeinsame Forschungsprojekt *TritiumStopp* zielt auf hocheffektive Diffusionsbarrieren, die auch unter extremen Bedingungen standhalten.

Die kontrollierte Fusion von Wasserstoffisotopen gilt als Hoffnungsträger für eine saubere und sichere Energiezukunft. Tritium spielt dabei eine zentrale Rolle als Brennstoff. Sein ungewollter Austritt aus Reaktorwänden oder Rohrleitungen wäre nicht nur teuer, sondern auch sicherheitsrelevant. Die Herausforderung: Tritiumatome sind so klein, dass sie sich selbst durch Metallstrukturen hindurchbewegen können – ein Phänomen, das als Permeation bezeichnet wird.

Schichtsysteme mit Industrieerfahrung

Das Projekt *TritiumStopp – Permeationsdichte Schichtsysteme als Tritium-Barrieren in Fusionsanwendungen* setzt auf dünne Barrierschichten, die Tritium am Durchdringen hindern. Anders als bisherige Forschungsansätze greift das Fraunhofer IWS auf Schichttechnologien zurück, die sich bereits in industriellen Hochleistungsanwendungen bewährt haben – etwa als Verschleißschutz auf stark beanspruchten Werkzeugen. *Unsere Schichten basieren auf etablierten PVD-Verfahren und lassen sich mit industriereifer Technik*

auf reale Kraftwerkskomponenten aufbringen, erklärt Dr. Volker Weihnacht vom Fraunhofer IWS.

Die Forschenden untersuchen verschiedene Schichttypen – darunter Metallnitride, Oxide und diamantartige Kohlenstoffe – auf ihre Barrierewirkung. Die Tests erfolgen unter Bedingungen, wie sie im Fusionskraftwerksbetrieb zu erwarten sind: mechanischer Stress, thermische Wechselbeanspruchung und insbesondere Neutronenstrahlung. Ziel ist es, nicht nur kurzfristige Schutzwirkung nachzuweisen, sondern auch die Langzeitstabilität der Schichten zu verstehen.

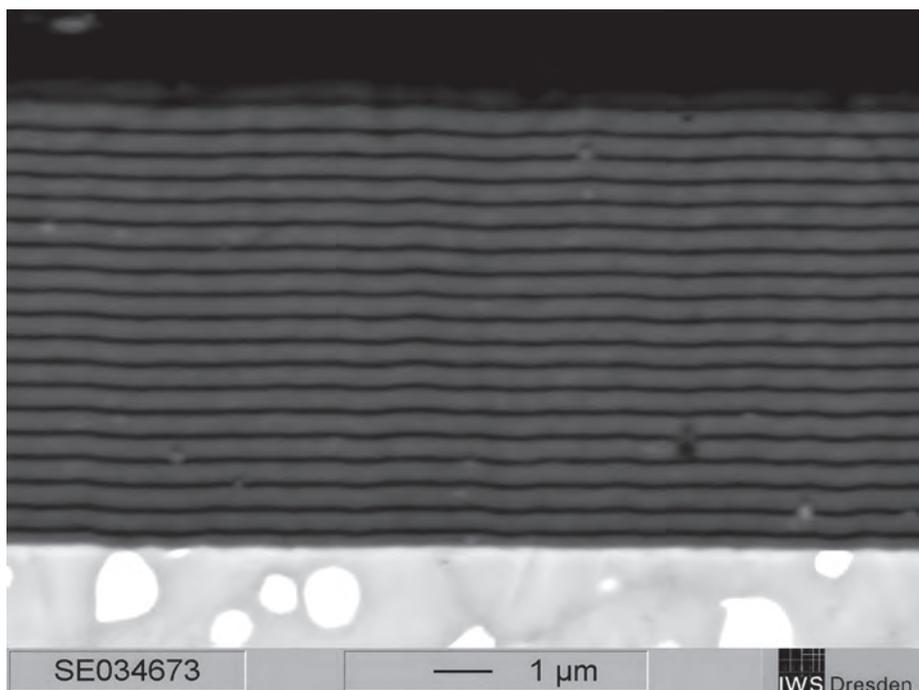
Materialdiagnostik und Messplätze im Fokus

Ergänzend zu diesen Tests führen die Forschenden detaillierte Analysen durch. *Wir bringen langjährige Erfahrung darin mit, nachzuerfolgen, wie sich Wasserstoffisotope in Fusionsmaterialien ausbreiten*, erläutert Dr. Armin Manhard vom Max-Planck-Institut für Plasmaphysik in Garching. An mehreren Permeationsmessplätzen werden systema-

tische Untersuchungen durchgeführt, unterstützt durch hochauflösende Diagnostikmethoden. So sollen werkstoffphysikalische Zusammenhänge aufgeklärt und die Wirkung einzelner Prozessparameter präzise verstanden werden.



Im Projekt TritiumStopp werden Beschichtungen entwickelt, die den Eintritt von Tritium in verschiedenste metallische Komponenten verhindern und damit die Verluste in Fusionsanlagen minimieren (© Fraunhofer IWS)



Die REM-Aufnahme zeigt im Querschnitt eine potenzielle Barrierschicht eines Multilagensystems aus Titanitrid (TiN) und Chromnitrid (CrN) (© Fraunhofer IWS)



Im Fokus der Untersuchung stehen metallische Komponenten, zum Beispiel Leitungen, die mit Barrierschichten ausgestattet werden sollen (© Daniel Viol/Fraunhofer IWS)



Industriereife PVD-Technologie des Fraunhofer IWS bildet die Grundlage für neuartige Permeationsbarrieren, die künftig Tritiumverluste in Fusionskraftwerken verhindern sollen. Das gemeinsame Forschungsprojekt TritiumStopp mit dem Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP) zielt auf hocheffektive Barrierschichten, die auch unter extremen Bedingungen standhalten (© Daniel Viol/Fraunhofer IWS)

Tritium - Schlüsselbrennstoff für die Kernfusion

Tritium ist ein seltenes, radioaktives Wasserstoffisotop, das gemeinsam mit Deuterium den Brennstoff für die Deuterium-Tritium-Fusion bildet – die bislang vielversprechendste Reaktion zur Energiegewinnung durch Kernfusion. Diese Reaktion liefert besonders viel Energie bei vergleichsweise niedrigen Temperaturen und ist daher zentral für den Erfolg künftiger Fusionskraftwerke. Das Problem: Tritium ist in der Natur kaum verfügbar, radioaktiv und kann durch seine geringe Atomgröße in Materialien eindringen oder verloren gehen – mit sicherheits- und kostenrelevanten Folgen. Geforscht wird an neuen Materialien, Prozessen und Technologien, um Tritium effizient rückzugewinnen, sicher zu speichern und Verluste nachhaltig zu minimieren – ein entscheidender Schritt hin zur praktischen Nutzung der Fusionsenergie.

Neben den wissenschaftlichen Erkenntnissen will das Projekt konkrete Konzepte für die Übertragung der Technologie auf Komponenten für den Einsatz in Kraftwerken liefern. Die Forschenden denken dabei von Anfang an mit, wie sich die Ergebnisse später in die Praxis überführen lassen – etwa in Form großflächiger Beschichtungen oder integrierter Schutzsysteme.

Forschungspartner

Das Fraunhofer IWS entwickelt innovative Werkstoffe und Technologien, um Tritium in Fusionsanlagen sicher zu handhaben – etwa durch spezielle Oberflächenbeschichtungen, Tritiumbarrieren und Recyclingverfahren.

Das Max-Planck-Institut für Plasmaphysik (IPP) untersucht in diesem Projekt die Barrierewirkung der Schichten, insbesondere durch Permeationsversuche. Es übernimmt zudem mit seinem Tandem-Beschleuniger das Einbringen von Strahlenschäden ins Material sowie dessen Analyse mittels Ionenstrahlen.

www.iws.fraunhofer.de

Galvanikanlagen für dekorative und funktionelle Oberflächen.



Gestellanlagen
Trommelanlagen
Tischgalvanikanlagen
Einzelwannen
Ionenaustauscheranlagen



www.walterlemmen.de



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

Leiterplattentechnik
Wafer Technologie
Galvanotechnik
Medizintechnik
Filtertechnik
Apparatebau



Die Rückgewinnung von wichtigen Stoffen aus Abfällen oder Rückständen von Produktionsprozesse ist erforderlich, um die stetig wachsenden Abfallmengen zu begrenzen sowie die merkbare Knappheit von bestimmten Rohstoffen zu mindern. Dazu werden in steigendem Maße effiziente Verfahren entwickelt und im großtechnischen Maßstab eingesetzt. Dabei ist es wichtig, ein starkes Augenmerk auf die Wirtschaftlichkeit der Recyclingverfahren zu legen und eine genaue Abwägung von Einsatzfähigkeit und Wert der zurückgewonnenen Stoffe und der dafür eingesetzte Energiemengen zu legen. Zu den aktuellen Schwerpunkten im Bereich Ersatzstoff zählt der Ersatz von PFAS in allen Bereichen der Technik. Des Weiteren wird intensiv an der Kreislaufführung von Metallen für elektrochemische Speicher gearbeitet, wie an unterschiedlichen Entwicklungsverfahren und deren Umsetzung in die Praxis beim Ulmer Gespräch gezeigt wurde.

Fortsetzung aus WOMag 6/2025

PFAS in der Galvanotechnik

In einem Gemeinschaftsvortrag befassten sich Dr. Lisa Büker (Kiesow, Detmold) und Dr. Heinz Herberhold (HDO, Paderborn) mit den Herausforderungen durch das drohende Verbot von PFAS aus Chromelektrolyten, das dort als Netzmittel eingesetzt wird. Im Unternehmen von Dr. Herberhold werden Druckgussteile aus Aluminium, Magnesium und Zink hergestellt und anschließend galvanisch beschichtet, wobei Chromschichten wichtige Oberflächen darstellen. Zu den in Chromelektrolyten verwendeten Netzmitteln zählen PFAS, vor allem PFOS, ergänzt durch PFT (perfluorierte Tenside). Vor- und Nachteil dieser Stoffe ist deren gute Beständigkeit. Sie sind gut löslich, chemisch inert, extrem stabil, oxidations- und reaktionsbeständig, hochtemperaturbelastbar und führen zu einer sehr guten Benetzung und Aerosol-Vermeidung. Ausgang für die Überlegungen eines Verbots von PFAS waren erhöhte PFT-Werte in Flüssen in Nordrhein-Westfalen. Daraus folgend wurde geprüft, wo überall diese Verbindungen zum Einsatz kommen; dazu zählt auch die Galvanotechnik. Erste Umsetzungsmaßnahmen zur Vermeidung der unerwünschten Stoffe richteten sich auf den Einsatz von H4PFOS (Fluortelomersulfonsäure), die jedoch eine geringere Langzeitstabilität besitzt. Seit 2009 ist im übrigen PFOS nur noch für Hartchrom in geschlossenen Systemen zugelassen.

Dr. Büker ging in ihren Ausführungen auf die Entwicklung der Netzmittel als Ersatz für PFAS ein. Im Vordergrund steht bei den Aufgaben eines Netzmittels der Arbeitsschutz, der verhindern muss, dass Elektrolyte durch austretendes Gas verschleppt oder durch Spritzen verteilt werden. Die entwickelten Er-



Tagungsort in Ulm

satzstoffe zeigen bezüglich Schaumbildung akzeptable Eigenschaften, besitzen aber eine geringere Stabilität. Zu beachten ist, dass die Ersatzprodukte während des Elektrolytbetriebs aufgrund der geringeren Stabilität nachdosiert werden müssen. Grundsätzlich ist PFOS nach Aussage von Dr. Büker durch PFOS-freies Netzmittel ersetzbar. Neben der erforderlichen Nachdosierung hängt die Art des möglichen Ersatzprodukts vom Gehalt an Schwefelsäure im Chromelektrolyten ab.

Wie Dr. Herberhold weiter ausführte, wurden in seinem Unternehmen seit 2016 elf unterschiedliche Netzmittel untersucht. Hierbei zeigte es sich, dass die Ergebnisse von der Anlage, dem Durchsatz oder auch der Bauteilgeometrie abhängig sind. Diese Abhängigkeit war beim klassischen PFOS nicht gegeben. Während die technischen Anforderungen weitgehend erfüllt werden, ist ein erhöhter Aufwand in der Elektrolytbetreuung notwendig, was mit höheren Kosten verbunden ist. Darüber hinaus ist die erforderliche Bauteilqualität nicht oder nur sehr bedingt realisierbar.

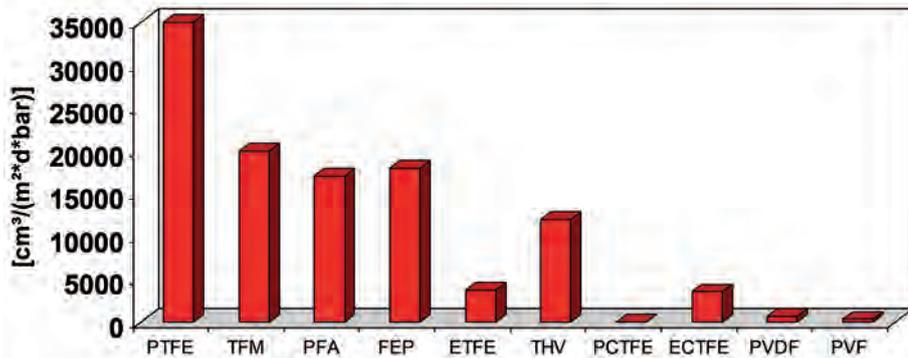
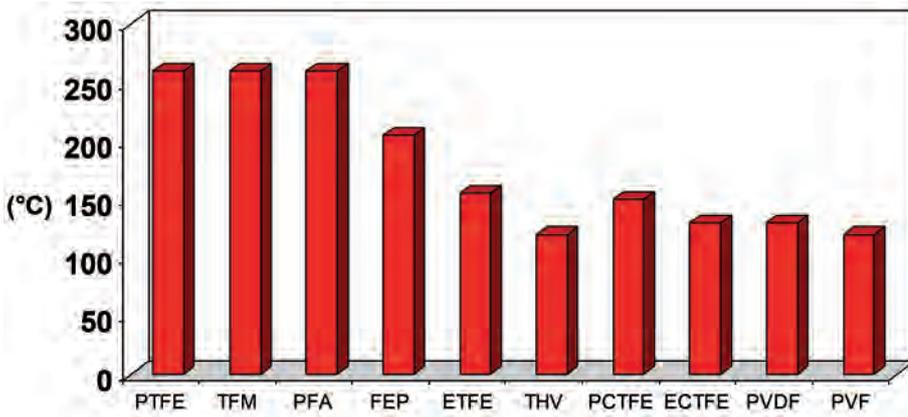
Fluorpolymere in galvanischen Prozessen

Die gesamte Familie der PFAS umfasst nach Aussage von Dr. Michael Schlipf (Fluorocar-

bon Polymer Solutions (FPS) GmbH, Burgkirchen) mehr als 14 000 Einzelstoffe. Diese werden unter anderem in Papier, Leder, Kunststoffen oder sonstigen Produkten eingesetzt. Der Einsatz der Stoffe in der Galvanotechnik ist ihm zufolge dagegen verschwindend gering. Besonders zu vermerken ist die Tatsache, dass die ECHA nach Verkündung der Beschränkung über 5600 Einwendungen verzeichnen musste, da die Behörde nicht wusste, dass die Stoffgruppe so weitreichenden Einsatz findet. Wird der Preis des Kunststoffes in Betracht gezogen, so zählen die PFAS zu den teuersten; daraus lässt sich folgern, dass ein Ersatz längst vollzogen wäre, wenn ein vergleichbarer Ersatzstoff mit vergleichbaren Eigenschaften verfügbar wäre.

Zu den besonderen Eigenschaften zählt neben der chemischen die thermische Beständigkeit, unter anderem auch die geringe Neigung zum Brennen. Einsatz findet vor allem PTFE als Schutz von Chemikalien durch Verunreinigung mit Metallen (infolge von Auflösung) oder auch von Bauteilen aus PTFE gegen angreifende Medien (z. B. in Pumpen). Besonders deutlich ist der Vorteil von PTFE beim Vergleich mit EPDM erkennbar, etwa als Einsatz für Membranen (z. B. für Redox-Flow-Batterien oder Brennstoffzellen). Die Lebensdauer von PTFE übersteigt die von

OBERFLÄCHEN



PTFE weist überragende Eigenschaften auf, beispielsweise im Hinblick auf die Temperaturbeständigkeit (Dauergebrauchstemperatur) oder die Durchlässigkeit von Gasen (Permeation der Fluorpolymeren gemessen gegenüber Helium bei 23 °C an einer 100-µm-Folie) (Bild: Dr. M. Schlipf)

Alternativen (z. B. PEEK) um das 40-fache. Ähnlich deutliche Unterschiede bestehen bei der maximalen Gebrauchstemperatur oder der Gasdurchlässigkeit.

Die Freisetzung von unerwünschten Verbindungen im Lebenszyklus von PTFE kann bei der Polymerisation am Lebensende bei der thermischen Verwertung möglich werden. Alternativ kann am Lebensende eine Rückführung der Stoffe im Sinne einer Kreislaufwirtschaft vorgenommen werden, bei der die Stoffe abgetrennt und in die Produktion von neuen Produkten gegeben werden.

PFAS-Verbot und Konsequenzen für die Galvanotechnik

Dr. Arkadius Waleska betonte eingangs, dass in seinem Unternehmen, der WHW Hillebrand Chemicals GmbH, die Verfahren entwickelt werden, die im Unternehmensbereich der Lohnbeschichtung für die galvanische Beschichtung zum Einsatz kommen – ihm sind daher beide Seiten der Materie wohlvertraut. Eine besondere Herausforderung ist die Kommunikation mit den Kunden bezüglich der Frage nach dem Anteil von PFAS in den galvanischen Oberflächen. Seine Ar-



Pumpen für aggressive Medien bestehen zu großen Teilen aus PTFE (Bild: Dr. A. Waleska)

beit wird unter anderem dadurch erschwert, dass die eingehenden Informationen häufig unvollständig oder auch fehlerhaft sind. Daher ist er bei seiner Arbeit darauf angewiesen, alle möglichen verfügbaren Quellen zu Rate zu ziehen, um eine vernünftige Antwort geben zu können.

Häufig findet PFAS in Zinklamellenbeschichtungen Einsatz, um hohe Temperaturbeständigkeiten zu erreichen. Inzwischen stehen auch PFAS-freie Beschichtungen zur Verfügung. Ein weiteres Einsatzgebiet sind Versiegelungen, unter anderem zur Einstellung der Reibwerte. Eine Herausforderung besteht darin, dass Beschichtungen auf unterschiedlichen Substraten unterschiedliche Resultate liefern, die Kunden aber einheitliche Beschichtungen auf allen gewünschten Produkten bevorzugen. Inzwischen wird bei vielen Produkten auf PFAS verzichtet, ausgenommen Spezialanwendungen.

Eine weitere Schwierigkeit bei der Bemühung, PFAS-haltige Produkte nicht mehr einzusetzen, ergibt sich durch die wechsell-

Dienstleistungen RUND UM OBERFLÄCHENTECHNIK UND PRODUKTION

IFO

Institut für Oberflächentechnik GmbH

QUBUS

Planung und Beratung Oberflächentechnik GmbH

OT ZVO-OBERFLÄCHENTAGE BERLIN 24.-26.9.2025
Kongress für Galvano- und Oberflächentechnik

Wir stellen aus Stand Nr.: 3

QUBUS Fachvortrag 25.09.2025 8:30 Uhr / Saal 5
Rückhaltung von Löschwasser beim Betrieb von Anlagen – zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen

OBERFLÄCHEN

den Einsatzbedingungen und Einsatzmedien in den Anlagen der Beschichtungsprozesse, wie Heizungen oder Pumpen. Vor allem bei geforderter Beständigkeit gegen Korrosion, Temperaturbelastung oder zur Temperierung von Prozessen (z. B. Kältemittel) erreichen Ersatzstoffe nicht die gewohnten Eigenschaften. Schließlich befinden sich in einer großen Zahl an Analysengeräten unterschiedliche Bauteile mit oder aus PFA oder PTFE, beispielsweise Schläuche, Ventile oder Reaktionskammern. Diese müssen zur Gewährleistung einer zuverlässigen Analyse höchste Beständigkeiten gegen Angriff oder vor unerwünschten Reaktionen aufweisen. Auch die notwendigen Membranen für die Zink-Nickel-Abscheidung basieren auf PFAS-Stoffen. Damit wird klar, dass ein vollständiges Verbot der diskutierten Stoffe das Arbeiten mit galvanischen Prozessen nahezu unmöglich machen könnte.

Update zu PFAS

Die beiden Referenten Elias Schluttenhofer und Oliver Dubielczyk, Artus-Gruppe München, gaben einen Einblick in die Haltung der Versicherungswirtschaft zum Umgang mit PFAS. Die GDV hat einen Ausschluss in den Musterbedingungen der Versicherer eingebracht: Ausgeschlossen sind Ansprüche durch Schäden die direkt und unmittelbar durch PFAS verursacht sind. Die Versicherten sind damit aufgefordert, mit allen Beteiligten ihrer Produktionsketten zu sprechen und die betroffenen Bereiche zu nennen. Zu berücksichtigen ist hierbei, dass die Bestimmungen in den einzelnen Ländern unterschiedlich sind. Für die USA und Kanada gibt es von einzelnen Versicherern bereits für Exporte geltende Ausschlüsse. Erste Streitfälle zu PFAS gegen 3M aus den USA wurden durch Grundwasserverunreinigungen begründet und erreichen Milliardenbeträge. Dabei reicht es inzwischen aus, dass der Kläger den Nachweis der Existenz von PFAS im Grundwasser erbringt, ohne den Nachweis eines Personenschadens zu belegen.

Kreislaufwirtschaft in der Kunststoffmetallisierung

Wie Ullrich Gutgar (BIA, Solingen) einleitend betonte, ist das Thema Kreislaufwirtschaft bei metallisiertem Kunststoff für Automobile durch REACH in den Vordergrund gerückt, da Endabnehmer bezüglich langfristiger Abnahme verunsichert wurden. Um dem zu begegnen hat das Unternehmen des Vortragenden für die Chrombeschichtung auf Chrom(III)ver-

fahren umgestellt. Darüber hinaus fordert der Gesetzgeber zudem, dass zunehmend Recyclat für die Bauteile selbst eingesetzt werden muss. Des Weiteren fand für Kunststoffteile Lack als Endbeschichtung Anwendung. Kunststoffe werden für derartige Bauteile in erster Linie aufgrund der effizienten Produktion bei gleichzeitig hoher Freiheit der Geometrie eingesetzt. Die aufgebrauchte Metallschicht erhöht die Wertigkeit und Funktionsbreite der Teile. Bei den klassischen Kunststoffvarianten auf Basis von ABS liegen umfangreiche Erfahrungen zur Herstellung der Grundlage für eine Metallisierung vor, die sich vor allem auf eine hohe Haftfestigkeit richtet.

Da beim größten Teil der metallisierten Bauteile gleichartige Untergründe und gleichartige Beschichtungen vorliegen, wird eine Kreislaufführung auf eine gute Basis gestellt. Dies betrifft in erster Linie das eingesetzte ABS, das inzwischen durch mechanische Bearbeitung zu wiederverwendbarem Granulat verarbeitet werden kann. Aktuell betrifft das etwa zehn Prozent der insgesamt hergestellten Teile, die bei der Produktion als Ausschuss anfallen. Im nächsten Schritt wird daran gearbeitet, auch Teile am Ende der Lebensdauer in den Kreislauf zurückzuführen. Für Ausschussteile lässt sich eine sortenreine Aufarbeitung des primär eingesetzten ABS und ABS/PC mit vertretbarem Aufwand durchführen. Bei Teilen aus in Fahrzeug eingesetzten Rückläufern wird auf die Bauteilecodierung zurückgegriffen.

Bei der entwickelten Aufarbeitung gelingt es, nach dem Zerkleinern der Kunststoffteile die letzten Metallreste zu einem sehr großen Anteil zu entfernen, so dass das gewonnene Recyclat zu den benötigten Granulaten aufgearbeitet werden kann. Zu beachten ist, dass trotzdem noch Metallreste im Kunststoff verbleiben, so dass der Kunststoff im ersten Schritt nur für Mattteile eingesetzt werden konnte. Seit 2023 erlaubt die Technologie die Herstellung von deutlich reineren Granulaten, so dass auch Glanzchromoberflächen machbar sind.

Ein Fahrzeughersteller erlaubt den Einsatz von Recyclat für einige Bauteile. Positiv wirkt sich bei Recyclat aus, dass die Fließfähigkeit des Kunststoffs besser ist als beim Ausgangsmaterial, wodurch vor allem filigranere Teile leichter realisierbar werden. Das dafür eingesetzte ABS/PC enthält 30 Prozent Recyclat. Bezüglich der Werteverteilung nehmen die geringen Mengen an Metall einen großen Anteil ein, weshalb die Rückführung

der Metalle als wertmäßig sinnvoll angesehen wird. Dies ist bei lackierten Kunststoffbauteilen nicht der Fall. Die weniger günstige Situation zeigt sich auch bei der Betrachtung des Energiebedarfs und Kunststoffbedarfs, ausgedrückt als CO₂-Fußabdruck. Der Vergleich führt für Kunststoff mit 30 Prozent Recyclat zu einer Einsparung von mehr als 40 Prozent Kohlenstoffdioxid.

Bioelektrochemie

Die Kombination aus Biochemie und Elektrochemie findet in der Variante der Bioelektrochemie Einsatz für die Rückführung von Wertstoffen aus Abfällen. Vorgestellt wurde diese Technologie von Dr. Daniel Siegmund (Fraunhofer-Institut für Umwelt-, Sicherheits- und Energietechnik UMSICHT) mit dem Ziel der Brennstoffgewinnung. Eingesetzt wird die Elektrolyse unter anderem zur Herstellung von nachhaltigen Chemikalien, wobei als Grundstoffe neben Energie aus erneuerbaren Quellen zum Beispiel Biomasse oder Kohlenstoffdioxid genutzt werden.

Um dies durchführen zu können, müssen Katalysatoren, Elektroden, Elektrolysezellen und daraus folgende größere Anlagen entwickelt werden. Grundsätzlich werden als Systeme Brennstoffzellen oder Elektrolysezellen gebildet und genutzt, beispielsweise in der Abwasserbehandlung zur Herstellung nutzbarer Gase. Angegangen wurde dieses Prinzip zur Behandlung von Abwasser einer Kläranlage. Hierbei wird Wasser und Kohlenstoffdioxid unter anderem zu Sauerstoff, Wasserstoff und Methan umgesetzt. Dabei wird der Wasserstoff als einer der Ausgangsstoffe für die Herstellung von Methan eingesetzt.

Die Wasserstoffentwicklung wird in diesem Fall nahe an einer Oberfläche mit biologischen Elementen beziehungsweise einem Biofilm ausgeführt. Dadurch lässt sich die Effizienz des Gesamtprozesses deutlich steigern.

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

WOMag-online-Abonnenten steht der gesamte Beitrag zum Download zur Verfügung. Im Weiteren finden sich die Inhalte der Vorträge zu den Themen:

- Rückgewinnung von Phosphor
- Hydrometallurgie kritischer Metalle
- Recycling von Lithiumakkus
- Metallanoden
- Korrosionsschutz

Der Gesamtumfang des Beitrags beträgt etwa 5,5 Seiten mit 8 Abbildungen.

Aluminiumoberflächen und mehr – Einblicke in die Praxis für Oberflächenbehandlung

DGO-Bezirksgruppe Stuttgart folgt der Einladung der Rieger Metallveredlung nach Steinheim/Albuch

Der Leiter der DGO-Bezirksgruppe Stuttgart, Axel Baus konnte mehr als 20 Teilnehmer zur Veranstaltung in Steinheim am Albuch begrüßen. Nach dem Besuchstermin im Mai bei Schlötter in Geislingen, der ebenfalls durch eine erfreuliche hohe Zahl an Teilnehmern gekennzeichnet war, war dies der zweite Unternehmensbesuch in diesem Jahr. Die Rieger Metallveredlung hatte eingeladen und bot zum einen die Möglichkeit, nähere Informationen über den Betrieb einschließlich einer Führung durch die Fertigung zu erhalten. Darüber hinaus stand in einem Vortrag von Dr. Benjamin Fiedler eine ungewöhnliche Betrachtung des Korrosionsschutzes von Aluminium im Fokus.

Rieger Metallveredlung

Der Geschäftsführer der Rieger Metallveredlung, Franz Rieger, bedankte sich für das Interesse an seinem Unternehmen und freute sich über die große Teilnehmerrunde. Gegründet 1953 in Heidenheim und seit 1959 in Steinheim am Albuch ansässig, stand für das Unternehmen anfänglich vor allem die Beschichtung von Stahl mit Chrom im Vordergrund. Bemerkenswert ist die Tatsache, dass der Unternehmensgründer von seiner Ausbildung her eigentlich keine Berührung mit

der Galvanotechnik hatte und trotzdem durch Engagement und persönliches Interesse sich die notwendige Verfahrenstechnik aneignen konnte. Nach der Übersiedlung nach Steinheim verzeichnete der Betrieb ein stetiges Wachstum, unter anderem durch die Oberflächenbehandlung und Beschichtung von Aluminium. Der Erfolg und die Motivation wurden im Jahr 1988 durch die Verleihung des Dr. Rudolf-Ebert-Preises für innovative Forschung in der Galvanotechnik gewürdigt. 1997 übernahm sein Sohn Franz Rieger das Unternehmen und baute dieses stetig aus. Heute beschäftigt das Unternehmen 40 Mitarbeitende. Zweimal wurde die Rieger Metallveredlung als TOP-100-Arbeitgeber ausgezeichnet. Zudem kann das Unternehmen ein hohe Umweltverträglichkeit nachweisen und befasst sich intensiv mit der Nutzung von Ökostrom.

Heute werden vor allem Aluminiumteile mit Metall beschichtet und anodisiert. Des Weiteren wird die galvanische Beschichtung von Stählen mit Nickel, Kupfer, Chrom und Zinn angeboten. Zu den wichtigen Eigenentwicklungen zählt die galvanische Beschichtung von Aluminium, bei dem keine klassische Zinkatbeize eingesetzt wird. Neue Entwicklungsarbeiten befassen sich mit der Nutzung

von Ultraschall für die Anodisation sowie der Verbesserung der Energieeffizienz. Angestrebt wird Energieautarkie.

Seit 2011 wird der Bestand an Photovoltaikanlagen sukzessive erweitert oder auch der Ersatz von elektrischen Motoren mit höchster Energieeffizienzklasse vorgenommen. Ebenso werden nach und nach Gleichrichter auf neue Modelle umgestellt, wobei die Energieeinsparung im Vordergrund steht. 2023 wurde die bisherige Ölheizung stillgelegt. Die Aktivitäten in Bezug auf Umweltfreundlichkeit werden seit 2022 durch die Ausweisung des CO₂-Fußabdrucks nachgewiesen. Seit 2024 wird die Heizung durch Wärmepumpentechnik geleistet und seit diesem Jahr ist die Rieger Metallveredlung Mitglied im Klimabündnis Baden-Württemberg.

Korrosionsschutz für Aluminium

Dr. Benjamin Fiedler vom IFO gab einen Einblick in Entwicklungen bei der Herstellung von Schutzschichten gegen Korrosion auf Aluminiumteilen, wobei er seinen Vortrag unter der Titulierung *Schutzschicht mit Geschmack* in eine besondere Richtung lenkte. Hierbei kann der Begriff *Geschmack* sowohl für den Geschmack mit der Zunge als auch mit dem Auge verstanden werden. Mit

GusChem
G. & S. PHILIPP CHEMISCHE PRODUKTE

Die effiziente Art der Wasserbehandlung.

Steigern Sie die Qualität Ihrer Produkte und Sparen Sie mit unseren eigen entwickelten Verfahren.

OT ZVD-OBERFLÄCHENTAGE
BERLIN
24.-26.9.2025
Kongress für Galvano- und Oberflächentechnik

Wir stellen aus
Stand Nr.: **62**



Wir beraten Sie gerne persönlich über die

- langfristige Verhinderung von **Bakterien-, Algen- und Pilzwachstum** in wässrigen Lösungen
- mit der **42. BImSchV** verbundenen Maßnahmen. Auch ob Ihr Betrieb überhaupt betroffen ist.
- **Reinigung, Entkeimung und Entkalkung** wasserführender Systeme: Kiesfilter, Ionenaustauscher, Wasserkreisläufe, Module, Tauchanlagen u.a.
- **Abwasserbehandlung/-reinigung** Fäll- und Flocken, Komplexspalten, Entgiften und verschiedene Spezialbehandlungen

Besuchen Sie uns auf www.guschem.de

GusChem® - Qualität, die überzeugt!

VERBÄNDE



Die DGO-Bezirksgruppe Stuttgart war zu Gast bei der Rieger Metallveredlung in Steinheim/Albuch

zu den bekannten Verbindungen, die sowohl Einsatz in der Galvanotechnik finden als auch geschmacklich durchaus verführerisch sind, zählen einige Bleisalze, des Weiteren Verbindungen mit Beryllium und Yttrium. Eine interessante Variante ist nach Ansicht von Dr. Fiedler Aluminium, das geschmacklich neutral und gesundheitlich unbedenklich ist. So finden sich Aluminiumbeschichtungen auf Lebensmitteln zur Glanzerzeugung. Für Lebensmittel in großem Umfang wird Aluminium bei Dosen eingesetzt, die allerdings in der Regel mit einer Beschichtung im Inneren versehen sind. Da diese Beschichtungen zum Teil den Geschmack der Lebensmittel reduzieren, wird versucht, auf die Beschichtung zu verzichten. Hierbei ist dann aber eine deutliche Korrosion der Aluminiumoberfläche festzustellen. Ähnliche Erscheinungen in Art einer Lochkorrosion ist bei Fassaden und ähnlichen Tei-

len zu finden. Um farbliche Besonderheiten auf Aluminium zu erreichen, also ästhetischen Geschmack zu erzeugen, kann beispielsweise mit pigmentierten Lacken gearbeitet werden. Optimal ist der Einsatz von geringen Mengen an Bindemittel, was zum Beispiel durch Drucktechniken erreicht werden kann und dann zu sehr dünnen Schichten führt. Zur Erzielung einer besseren Beständigkeit wird auf derartige farbige Druckschichten eine transparente Schutzschicht aufgebracht.

Blick in die Fertigung

Franz Rieger und Geschäftsführer Igor Rudel führten nach einer kurzen Diskussion der Teilnehmer über den gehörten Stoff die Besucher in zwei Gruppen durch das Unternehmen. Bei diesen Führungen wurde eindrucksvoll klar, welchen Herausforderungen sich Betriebe im Bereich der Galvanotechnik stellen müssen und wie es trotzdem gelingt,



Gemütlicher Ausklang im Biergarten

Umweltschutz, Energieeinsparung und eine hohe Wirtschaftlichkeit zu erreichen. Leitung und Teilnehmer der DGO-Bezirksgruppe bedankten sich für die interessanten Einblicke bei einem angenehmen Abschluss in einem Biergarten in Steinheim/Albuch. -hk-

➔ www.dgo-online.de

INSERENTENVERZEICHNIS					
airtec MUEKU	7	Hapoc	27	Renner GmbH	Titelbanner
aqua plus	5	Harter	U4	Sager + Mack	1
Brenscheidt Galvanikservice	U3	Helmut Fischer	9	Schlötter	31
BRW Elektrochemie	15	Walter Lemmen GmbH	33	Serfilco	23
Deutsche Messe AG	U2	LSR GmbH	19	TIB AG	13
ecoclean Group	11	Munk GmbH	Titel	ZVO e.V.	39
GusChem	37	Qubus / IFO	35		

Das braucht die Branche: qualifizierte und engagierte Nachwachskräfte

Verabschiedung den neuen staatlich geprüften Techniker/innen – Fachrichtung Galvanotechnik in Schwäbisch Gmünd

In Gesprächen mit Unternehmen – vom kleinen Handwerksbetrieb bis zum stattlichen KMU – wird im Fachbereich Oberflächentechnik die Situation des eklatanten Mangels an Fachkräften deutlich zum Ausdruck gebracht. Um so erfreulicher ist es, dass auch in diesem Jahr mit zwölf Absolventen zumindest im Bereich der Qualifikation des Technikers für Galvano- und Oberflächentechnik wieder der dringend benötigte Nachschub kommt. Neben der fachlichen Qualifikation ist für Handwerk und Industrie aber auch ein deutliches Maß an persönlichem Engagement beziehungsweise ein Drang zu Aktivitäten von großer Bedeutung – auch in dieser Hinsicht zeichnen sich die Absolventen des Jahrgangs 2023-2025 aus der Bildungseinrichtung in Schwäbisch Gmünd nach übereinstimmender Meinung aller Lehrkräfte in besonderem Maße aus.

Die Abteilungsleiterin an der Technikerschule Schwäbisch Gmünd Dr. Christa Hannak konnte am 11. Juli zahlreiche Angehörige der Techniker-Absolventen sowie Vertreter von Unternehmen zur Verabschiedung der frisch gebackenen Absolventen des Jahrgangs 2023-2025 in Schwäbisch Gmünd begrüßen. Sie zeigte sich erfreut darüber, dass der jetzige Abschlussjahrgang nicht nur mit ausgezeichnetem Fachwissen glänzt, sondern auch ein vorbildliches Engagement an den Tag gelegt hat. Dies hat er nicht nur in schulischen Belangen gezeigt, sondern auch in Freizeitaktivitäten sowie der Organisation der Abschlussfeier. Zum Ausdruck kam dieses beeindruckende Engagement unter anderem dadurch, dass die Absolventen die Festveranstaltung in nahezu vollständiger Eigenregie organisiert und gestaltet haben sowie auch persönlich die Führung durch die Veranstaltung übernahmen. Die Schulleiterin, Studiendirektorin Sabine Fath, sprach im Namen der Berufsschule ihren Glückwunsch für die gezeigte Leistung an die zwölf Absolventen des Technikerlehrgangs aus. Sie bestätigte die Einschätzung von Dr. Hannak dahingehend, dass sich alle Teilnehmer des Ausbildungsjahrgangs durch eine besondere Leistung in ihrem Studium und ein beeindruckendes Engagement auszeichnen. Sie wies zudem darauf hin, dass die Chancen der Absolventen in der Industrie nach wie vor ausgezeichnet sind, auch wenn die Signale aus der Wirtschaft allgemein eher verhalten sind. Mit der erreichten Fachkompetenz besitzen sie die beste Voraussetzung für ein erfolgreiches Berufsleben. Sabine Fath empfahl den Absolventen, auch weiterhin den Kontakt untereinander zu pflegen, da auch dies zum beruflichen Erfolg entscheidend beiträgt. In diesem Sinne wünschte sie allen Absolventen eine schöne und erfolgreiche Zukunft.

Arndt Striso als Vertreter des seit vielen Jahren aktiven Fördervereins für die Fachschulen der Galvano- und Leiterplattentechnik Schwä-

SEMINAR

Grundlagen der Galvano- und Oberflächentechnik

Bild: WHW Hillebrand



Anmelde-
schluss:
15.10.2025

04. bis 06. November 2025 in Schwäbisch Gmünd

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

Zielgruppen sind Abnehmer von Oberflächen

- Entwickler und Konstrukteure
- Technische Kaufleute
- Einkäufer

sowie aus der Galvano- und Oberflächentechnik

- Projekt Ingenieure und Vertriebsingenieure Anlagenbau
- Projekt Ingenieure und Vertriebsingenieure Verfahrenchemie
- Seiten- und Wiedereinsteiger in die Galvano- und Oberflächentechnik

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



Kontakt:

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



Zentralverband
Oberflächentechnik e.V.



Absolventen der Technikerschule Schwäbisch Gmünd mit Lehrkräften

(Bild: WOTech)

bisch Gmünd e. V. *Galvanicus* bestätigte die gute Aussicht der Absolventen in der Branche. Dies haben die Technikerabsolventen unter anderem durch ihre guten fachlichen Leistungen sowie durch ihr Interesse an Fachveranstaltungen und Unternehmensbesuchen während des Studiums erkennen lassen. Er ist sich sicher, dass auch in Zukunft die Kontakte auf den unterschiedlichen Fachveranstaltungen dafür sorgen, stets Neues zu erfahren und zu lernen.

Zwei der Absolventen gaben im Rahmen der Abschlussfeier Einblick in die Inhalte ihrer Abschlussarbeit an der Fachschule.

Jannik Fritsch befasste sich unter Mitwirkung des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnik und Automatisierung IPA, Stuttgart, mit der galvanischen Abscheidung von Aluminium. Aluminium ist sowohl aufgrund seiner guten Beständigkeit als auch seines geringen Gewichts und Preises für viele Anwendungen von großem Interesse. Darin begründet sich der Wunsch, Aluminium nicht nur als Vollmaterial, sondern auch als Beschichtung auf anderen Grundwerkstoffen als Aluminium einzusetzen. Allerdings erfordert die Abscheidung den Einsatz von aprotischen Elektrolyten. Ionische Flüssigkeiten bilden eine gute Basis aus technischer Sicht, haben allerdings aufgrund ihres hohen Preises wirtschaftliche Nachteile. Bevorzugt werden deshalb eutektische Lösemittel, also Mischungen aus mehreren Lösemitteln. Einige Aluminiumsalze lassen sich in diesen lösen und ergeben damit einen technisch verwertbaren Elektrolyten. Als Metalllieferant wurde bei den Versuchen von Jannik Fritsch Aluminiumchlorid genutzt. Das System wurde nach seinen chemischen Eigenschaften charakterisiert, wobei vor allem die elektrische Leitfähigkeit zu den

wichtigsten Parametern zählt. Die Abscheidung erfolgt im Temperaturbereich zwischen etwa 30 °C und bis zu 60 °C sowie Stromdichten von deutlich unter 1 A/dm². Als weitere Bestandteile des Elektrolyten eigneten sich beispielsweise Thioharnstoff, Acetamid, Methylacetamid oder Harnstoff. Beste Abscheideergebnisse wurden mit Methylacetamid erreicht. Damit lassen sich Schichtdicken bis zu knapp 10 µm herstellen. Je nach Einstellung der Parameter konnten auch glänzende Aluminiumschichten erzeugt werden. Nachteilig war, dass die matten Schichten porös waren. Bei Stromdichten von 0,2 A/dm² wurden Stromausbeuten von 100 % erzielt, die mit steigender Stromdichte erkennbar abnehmen. Eine weitere Entwicklung richtet sich vor allem darauf, auf das bisher erforderliche Schutzgas zur Verhinderung von Reaktion mit Sauerstoff oder Eintrag von Wasser verzichten zu können.

Ziel der Technikerarbeit von Axel Aichele war eine Verbesserung des Beizens von Titan zur Durchführung einer Platinbeschichtung. Mittels HTE (Hochtemperaturelektrolyse) werden Titananoden aus Streckmetall mit Platin beschichtet. Aktuell wird für die Vorbehandlung Flußsäure eingesetzt, die aber als sehr gefährlich eingestuft wird. Ausgangspunkt der Vorbehandlung ist nach einer gründlichen Entfettung im ersten Schritt das Strahlen des Titangrundkörpers. Unverzüglich wird im Anschluss mit Fluß-Salpetersäure gebeizt. Als Alternativen kommen zum Beispiel das Plasmaätzen oder verschiedene Säuremischungen zur Anwendung, unter anderem die deutlich unkritischere Schwefelsäure. Um nennenswerte Angriffe der Titanoberflächen zu erhalten, muss den Untersuchungen von Aichele zufolge mindestens mit 40%iger

Schwefelsäure bei 70 °C und Strahlen als Vorbehandlung gearbeitet werden. Als optimale Bedingungen ergaben sich 80%ige Schwefelsäure bei 80 °C und einer Behandlungsdauer von 10 min. Unter diesen Bedingungen konnten anschließend bei der Beschichtung mit Platin die notwendigen Haftfestigkeiten erreicht werden. Allerdings zeigten Dauerversuche, dass bereits bei weniger als 4 g/l Titan in Lösung die Beizwirkung der Säure verlorengeht. Verbesserungen lassen sich erreichen, wenn Titan ausgefällt wird, was technisch möglich ist.

Zeugnisse und Preise

Bei den erfolgreichen Absolventen handelt es sich um folgende Personen:

- Axel Aichele, *Belobigung und 2. Preis des Fördervereins*
- Paul Bischof
- Benjamin de Vries, *Belobigung*
- Dimitru Fistic
- Jannik Fritsch, *Belobigung*
- Alexander Heiß
- Kai Herbst
- Luisa Khalaf
- Lucas Nothaas
- Paul Rienäcker, *Belobigung und 3. Preis des Fördervereins*
- Heinrich Uhlmann, *Preis und 1. Preis des Fördervereins*
- Aaron Wild

Zum Abschluss ließ Oberstudienrat Volker Rogoll die Ausbildungszeit im Rückblick passieren. Dazu ging er auf den Begriff der *Perfektion* ein, der mit Blick auf die Ergebnisse der Absolventen durchaus angebracht ist. Wie er weiter betonte, erfordert das notwendige Streben nach Perfektion auch ein großes Maß an Ausdauer, die er den Absolventen in ausreichender Menge wünschte. Damit der gewünschte Erfolg erzielt wird, ist zudem Augenmaß hilfreich, insbesondere um den Grad der Perfektion richtig einzuschätzen und die Herausforderungen des täglichen Lebens zu bestehen.

Mit einer kurzweiligen Revue zu den Aktivitäten der Studierenden über die zwei Jahre des Studiums mit engen persönlichen Kontakten und schönen Erinnerungen, vorgetragen durch die Absolventen, wurde das Ende der Veranstaltung eingeläutet. Zum Abschluss sprachen die Absolventen den Lehrkräften ihren Dank mit der Überreichung von Geschenken aus.

➔ www.gs-gmuend.de

Kein eigenes Labor? Kein Problem!



Sparen Sie sich die hohen Investitions- und Personalkosten eines eigenen Labors – wir machen das für Sie! Mit unserem hochmodernen Analytiklabor profitieren Sie von Technologien, die sich für ein internes Labor nicht lohnen würden. Sie erhalten jederzeit präzise, validierte und verifizierte Messergebnisse – abgesichert durch ein zertifiziertes Managementsystem. Flexibilität ist unser Schlüssel: Sie können Ihren Bedarf frei skalieren, ohne sich um Personal oder Technik kümmern zu müssen – ideal auch in Zeiten des Fachkräftemangels. Wir sind Ihr zuverlässiger Partner in der Laboranalytik, damit Sie sich voll und ganz auf Ihr Kerngeschäft konzentrieren können.

Mehr Leistung. Weniger Aufwand. Maximale Präzision.

Sprechen Sie mit uns und erleben Sie, wie einfach moderne Laboranalytik sein kann!



Weitere Infos
auf der Website!

IB! GALVANIK
SERVICE

Zum Dümpel 60 . 59846 Sundern-Stemel
info@galvanikservice.de . 0 29 33 - 80 64 9 - 20



EINLADUNG ZUM „DIGITALEN KLÄRSCHLAMMTAG

Entdecken Sie die Zukunft der Klärschlamm-trocknung

Erfahren Sie, wie Sie mit unserer effizienten Wärmepumpen-Technologie bis zu 75 % Ihrer Entsorgungskosten einsparen können – abluftfrei, innovativ und nachhaltig.

Bequem online, direkt von Ihrem Arbeitsplatz.



**18. November 2025
oder 02. Dezember 2025**



10:00 – ca. 11:00 Uhr

- Begrüßung durch Geschäftsführer Reinhold Specht
- Kompakter Unternehmensüberblick
- Die Klärschlamm-trocknungsanlage im Fokus
- Offener Dialog - Zeit für Ideen und Austausch



Anmeldung unter: info@harter-gbmh.de oder
über den QR-Code.



VORHER

- 75%



NACHHER

