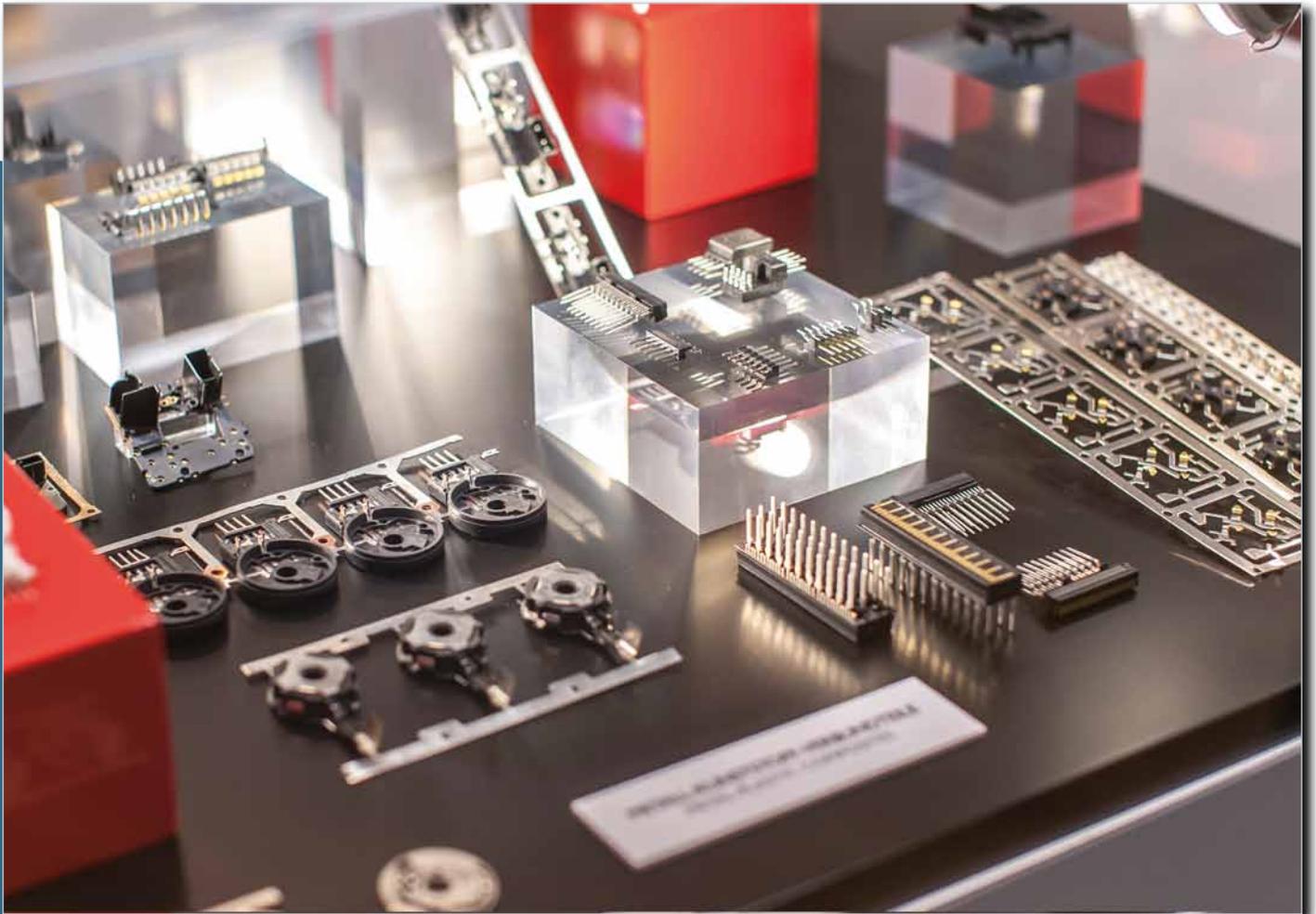


WOMag

BAND 5
ISSN 2195-5905

Kompetenz in Werkstoff und funktioneller Oberfläche | 6 / 2016



Stanzetz in Pforzheim

NextGen Spaceframe – Fahrzeugbau durch Additive Fertigungsstrategie

Qualitätsvergleich durch Korrosionsprüfungen

Inline-Messung der Abscheidegeschwindigkeit für Chemisch Nickel

Anforderungen an die Oberflächentechnik durch Elektromobilität





SCHROEDER+BAUER

Seit über 50 Jahren gestaltet SCHROEDER+BAUER Stanz- und Umformtechnologie. Heute sind wir fokussiert auf Highend Stanztechnik, vorzugsweise für Crimp- und Einpresskontakte.

Bereits in der Produktentstehungsphase werden alle Weichen für Qualität, Funktionalität und Erfüllungsgrad gestellt. In unserem Werkzeugbau entstehen so wahre Highlights der Technik, nicht selten mit mehr als 3.000 Einzelteilen. Fertigungstoleranzen von +/- 0,002mm als Standard bilden die Voraussetzung für die Leistungsfähigkeit unserer Stanzwerkzeuge. Mit unserer Einpresszone NeoPin®, die nach DIN EN 60352-5 (IEC) freigegeben ist, beliefern wir seit Jahren erfolgreich Kunden aus der Automobilindustrie und das auch für Anwendungen bis 170°C.



Hochleistungsfolgeverbundwerkzeug von Schroeder + Bauer

www.schroeder-bauer.com

Stanztec

Sie finden uns im Großen Saal, Stand Nr. A-65



NOXON® AUTOMATION

Die Marke NOXON blickt auf über 40 Jahre Erfahrung im Maschinenbau zurück und zählt zu den führenden Anbietern in der Entwicklung und Herstellung von komplexen Auf- und Abwickelmaschinen mit höchstem Automatisierungsgrad.

Bandspeicher, Bandschweißgeräte, Blisterverpackungsmaschinen und Pressen sowie individuell konzipierte Sonderlösungen runden das breite Produkt- und Leistungsspektrum ab und bilden damit den heutigen Standard an Peripherieanlagen für die Stanz- und Umformtechnik.

Komplette NOXON Stanzlinie



Sie finden uns auf der Stanztec 2016 im Großen Saal, Stand Nr. A-65

www.noxon-automation.com

Werkzeugbau • Prototypen • 3D Druck

PPM

Pforzheimer Präzisions Mechanik
GmbH + Co.KG

Die PPM – Pforzheimer Präzisions Mechanik versteht sich als Start Up in den Bereichen Prototypen, Werkzeugbau und 3D-Druck. Sowohl junge als auch erfahrene Mitarbeiter bieten hierfür die beste Grundlage.

Durch unsere schlanke Unternehmensstruktur, neuartige Technologien und verringerte Fertigungstiefe können wir uns auf das „Wesentliche“ konzentrieren, was einen engeren Kontakt zu den Entwicklungsabteilungen unserer Kunden ermöglicht. Neben einer eigenen Konstruktionsabteilung mit neuester 3D Software bieten wir alle Möglichkeiten für die Entwicklung, Herstellung und Montage von Stanzwerkzeugen und die Fertigung von Prototypen.

Stanztec

Sie finden uns im Großen Saal,
Stand Nr. A-20



Prototyping von PPM

www.ppm-pforzheim.com

Elektrotechnik braucht neue Werkstoffverbunde



Lange Zeit gingen die Bemühungen der Oberflächentechnik für den Automobilbau primär in Richtung Korrosionsschutz – dafür stehen heute hochwertige Schichtsysteme auf Basis von Zink als Schutzschicht für Stahlsubstrate und als Kontaktpartner für Aluminium zur Verfügung. Auch in den nächsten Jahren wird Stahl mit solchen galvanisch aufgetragenen Schutzsystemen vorrangig verbaut werden. Die mit Zink-Nickel beschichteten Stahlbauteile sind zudem als Partner für Aluminium im Hinblick auf den Leichtbau bei Fahrzeugen gut geeignet. Mit dazu bei tragen die Bemühungen zur Verbesserung der Korrosionsprüfung, wie sie beispielsweise vom *KompetenzZentrum Oberflächen*

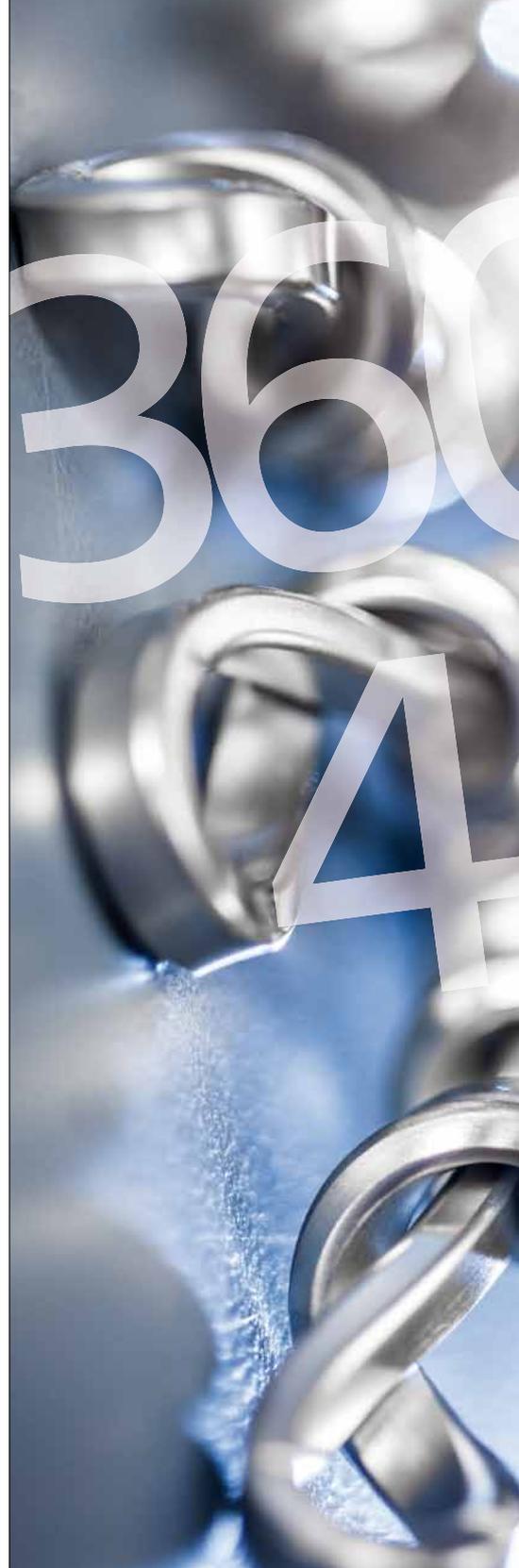
der TÜV Rheinland Akademie in Nürnberg durchgeführt und in der vorliegenden Ausgabe der WOMag dargestellt werden.

Auf der kürzlich stattgefundenen Fachtagung Ulmer Gespräch wurde deutlich, dass sich mit Einführung des Elektroantriebs für Automobile die Herausforderungen an die Werkstofftechnik ändern. Verbunde aus Grundwerkstoff und Oberfläche treten noch stärker in den Vordergrund. Für den Fahrzeugleichtbau mit elektrischem Antrieb verändert sich der Antriebsstrang erheblich: Es werden auf jeden Fall deutlich weniger bewegte Teile mit geringerer Belastung durch Gase und organische Stoffe wie Öl oder Treibstoff anfallen. Allerdings werden immer mehr Sensoren und elektrisch arbeitende Aktoren im Fahrzeug eingesetzt. Diese müssen über gute Kontaktbereiche verfügen, aber auch gegen Oxidation und Korrosion – vor allem Kontaktkorrosion unter Mitwirkung von elektrischem Strom – geschützt werden.

In den Beiträgen der Tagung in Neu-Ulm wurde aufgezeigt, wo bereits Lösungen verfügbar sind und in welchen Bereichen noch erhebliche Entwicklungsarbeiten anstehen. So könnten beispielsweise an Stelle von teurem und schwerem Kupfer die leitenden Komponenten aus Aluminium hergestellt werden, was allerdings nur mit einer angepassten Oberflächenbehandlung sinnvoll sein wird. Die Werkstoffverbunde müssen hier neben der guten elektrischen Verbindung auch einen Schutz gegen Verschleiß und Korrosion aufweisen – und dies selbstverständlich zu möglichst geringen Kosten. Durch eine gute Zusammenarbeit zwischen der Oberflächentechnik und den vorgelagerten Fachbereichen werden auch weiterhin innovative Produkte entstehen.

In wenigen Tagen findet in Pforzheim die Stanztec statt, bei der ebenfalls die Verbunde aus Grundwerkstoff und Beschichtung einen Schwerpunkt darstellen. Wie zu erwarten, ist wiederum der Automobilbau einer der wichtigsten Abnehmerbereiche und damit auch Treiber der neuen Entwicklungen. Die Oberflächentechnik im Automobil steht darüber hinaus auf der DGO-Tagung Stuttgarter Automobiltag am 30. Juni im Fokus – nach der O&S werden damit zwei weitere interessante Veranstaltungen zu Innovationen aus Werkstoff und Oberfläche angeboten. Nutzen Sie diese Möglichkeiten!

Charlotte Schade
Dipl.-Ing. (FH)
WOTech GbR



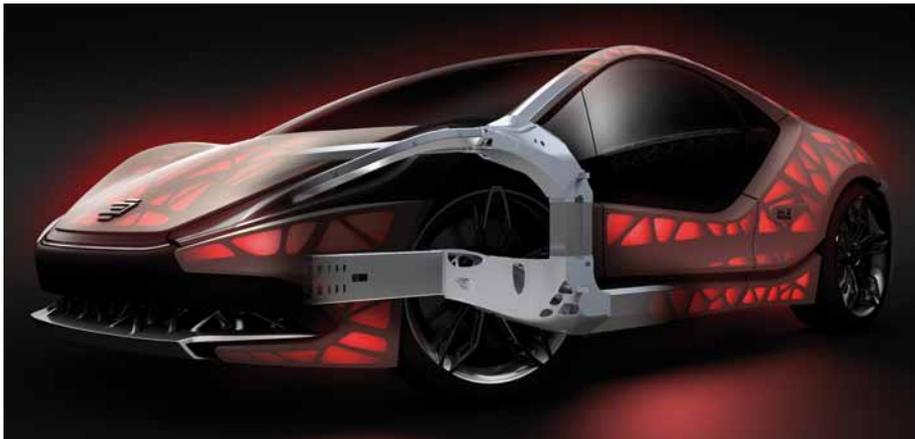
Bandgalvanik bis 360 mm Breite/4 mm Dicke
Drahtgalvanik von 0.10 bis 12 mm
Stangengalvanik bis 6 m Länge
Rohrgalvanik als Coil



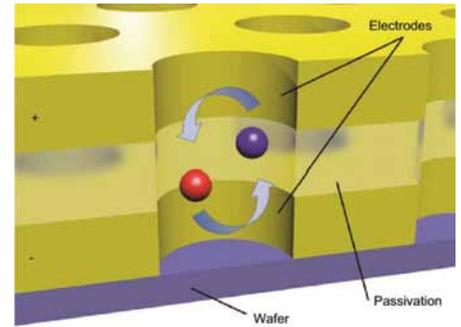
BRENSCHEIDT
Spezialfabrik für galvanisierte Drähte und Bänder

seit 1919

Otto Brenscheidt GmbH & Co. KG
Frankfurter Straße 18
DE- 59846 Sundern
+49 29 33 90 22 0
www.brenscheidt.com



Additive Fertigungsstrategien für den Fahrzeugbau



Neurotransmitterdetektion

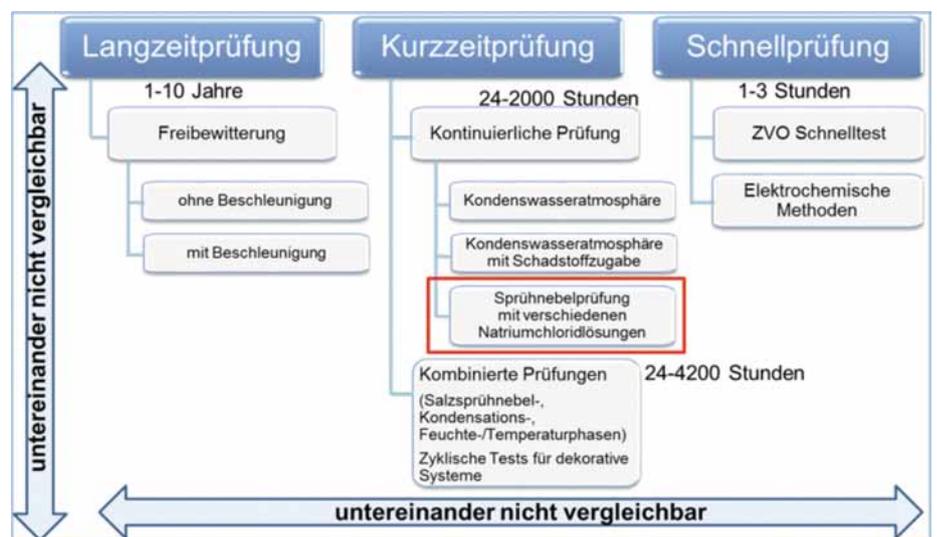
13

4



Prozessmonitoring mittels Spektroskopie

22



Untersuchungen zur Vergleichbarkeit von Korrosionsprüfungen

18

WERKSTOFFE

NextGen Spaceframe by EDAG – neue Optionen im Fahrzeugbau durch Additive Fertigungsstrategien

4

Informationsveranstaltung zur neuen Norm ISO 9001

7

International Solution Days – Veranstaltung bei GF Machining Solutions

8

Stanztec 2016 – Treffpunkt der Industrie für Hightech-Produkte

10

Präsenz in China verstärkt SensoTech in Shanghai

11

MKM startet Conti-M-Produktion von OFE-Kupferband

12

AMB 2016 – Ressourcenverschwendung in der Fertigung vermeiden

12

MEDIZINTECHNIK

Neurotransmitterdetektion in vivo – Anwendung elektrochemischer Messverfahren, Teil 4

13

Additive Manufacturing in der Medizin- und Zahntechnik

16

Künstliche Muskeln aus dem Sprayer

17

OBERFLÄCHEN

Qualitätsvergleich von Korrosionsprüfungen

18

Nahinfrarotspektroskopie – Die Evolution im Prozessmonitoring der Elektrotacklackierung

22

Inline-Messung der Abscheidegeschwindigkeit zur Prozessführung einer modernen Chemisch-Nickel-Anlage

24

Chemische Vernickelung von Hohlwellen

26

Erfolgreicher Branchentag des Netzwerk Oberfläche NRW

27

Anforderungen an die Oberflächentechnik durch Elektromobilität

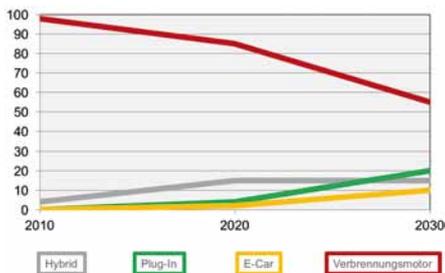
28

Oberflächentechnik zeigt sich in bester Stimmung

31



Wandel durch Elektromobilität 35



Oberflächentechnik für Fahrzeuge 28



Messung der Abscheidegeschwindigkeit 24



Preisverleihung DIE OBERFLÄCHE 2016 31



Anlagen zum Erodieren und Fräsen bei GF 8

OBERFLÄCHEN

Oberflächentechnik für die Mobilität von Morgen – Verfahren und Vergleich 35

Neues System für galvanische Durchkontaktierung 39

VERBÄNDE

REACH, ECHA und die public consultation ... 40

Deutsche Gesellschaft für Galvano- und Oberflächentechnik DGO – Bezirksgruppe Stuttgart 40

Verband für die Oberflächenveredelung von Aluminium e.V. (VOA) 41

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 2015 angegeben

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

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

Redaktion/Anzeigen/Vertrieb/Abo
 siehe Verlagsleitung

Bezugspreise
 Jahresabonnement Online-Ausgabe: 149,- €, inkl. MwSt.
 Die Mindestbezugszeit eines Abonnements beträgt ein Jahr. Danach gilt eine Kündigungsfrist von zwei Monaten zum Ende des Bezugszeitraums.

Es gilt die Anzeigenpreisleiste Nr. 5 vom 1. Oktober 2015

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

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

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

Bankverbindung
 BW-Bank, IBAN: DE71600501010002344238
 BIC: SOLADEST; (Konto 2344238, BLZ 60050101)

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

Gerichtsstand und Erfüllungsort
 Gerichtsstand und Erfüllungsort ist Waldshut-Tiengen

Herstellung
 WOTech GbR

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

Zum Titelbild: Auf der Stanztec in Pforzheim präsentieren Unternehmen ihre Technologien, Produkte und Verfahren zur Herstellung von hochwertigen Teilen, wie sie vor allem in der Elektrotechnik Einsatz finden; Beitrag auf Seite 10 (Bild: Schall Messen)

NextGen Spaceframe by EDAG – neue Optionen im Fahrzeugbau durch Additive Fertigungsstrategien

EDAG, BLM, LZN und Concept Laser im Experteninterview zum Thema Leichtbau und mehr Flexibilität in der Fertigung von Automobilen

Die Hersteller sind aktuell gefordert, die zunehmende Anzahl an Antriebskonzepten und Energiespeichersystemen in Fahrzeugstrukturen zu integrieren. Die Karosserien von morgen, speziell im Hinblick auf alternative Antriebssysteme in variantenintensiven Kleinserien, müssen nicht nur leichter, sondern vor allem hochflexibel konzipiert werden. Die Folge ist eine steigende Anzahl an Fahrzeugderivaten, die nach anpassungsfähigen und wirtschaftlich zu fertigenden Karosseriekonzepten verlangen. Die additive Fertigung könnte in absehbarer Zeit ganz neue denkbare Wege offerieren.

In einem Gemeinschaftsprojekt zeigten die EDAG Engineering GmbH, Wiesbaden, die Laser Zentrum Nord GmbH, Hamburg, die Concept Laser GmbH, Lichtenfels und die BLM Group, Cantù, Italien, mit dem bionisch optimierten, hybrid gefertigten Spaceframe eine neue Perspektive auf, wie ein wandelbares und flexibel zu fertigendes Karosseriekonzept realisiert werden kann, um die zunehmende Fahrzeugvarianz durch die Vielzahl von Antriebsvarianten und Laststufen beherrschbar zu machen.

Kombiniert werden generativ hergestellte Karosserieknoten und intelligent bearbeitete Profile. Die Knoten können dank generativer Fertigung hochflexibel und multifunktional gestaltet werden, um zum Beispiel unterschiedliche Fahrzeugvarianten ohne zusätzliche Werkzeug-, Betriebsmittel- und Anlaufkosten *on demand* produzieren zu können. Als Verbindungselemente dienen Profile aus Stahl. Auch diese können durch

unterschiedliche Wandstärken und Geometrien individuell und einfach den vorgegebenen Laststufen angepasst werden. Der NextGen Spaceframe ist Teil des EDAG Concept Car *Light Cocoon*, ein kompakter Sportwagen mit einer bionisch gestalteten und generativ hergestellten Fahrzeugstruktur, überzogen mit einer Außenhaut aus wetterbeständigem Textil.

Die beteiligten Projektpartner sprachen im Interview über den neuen Ansatz eines fertigungsoptimierten Leichtbaurahmens. Teilnehmer der Expertenrunde waren:

- Dr.-Ing. M. Hillebrecht, Leiter Competence Center Leichtbau, Werkstoffe und Technologien, EDAG Engineering GmbH, Wiesbaden (D)
- S. Raso, Strategischer Marketingleiter – Laser Produkte, BLM Group, Cantù (I)
- Prof. Dr.-Ing. C. Emmelmann, CEO, Laser Zentrum Nord GmbH, Hamburg (D)

– F. Herzog, geschäftsführender Gesellschafter, Concept Laser GmbH, Lichtenfels (D)

Red.: Wird es im Bereich Automotive schwieriger, die Nachhaltigkeitsziele zu erreichen? Wenn ja, worin liegt der Beitrag der hybriden NextGen Spaceframe-Bauweise von EDAG?

M. Hillebrecht: Die Automobilhersteller entwickeln unter Hochdruck Fahrzeuge mit Produktionsstarts zwischen 2015 und 2020. Die neuen Karosserien sollen weniger wiegen, eine hohe Steifigkeit für ein hervorragendes Fahrverhalten aufweisen und anspruchsvolle Crash-Lastfälle erfüllen. Höhere Kundenanforderungen, wie alternative Antriebe, Komfort, Funktionalität und Vernetzung, und auch neue Sicherheitsanforderungen der internationalen Gesetzgeber wirken als Verkaufskriterien trotz aller ambitionierten Gewichtsziele dem Leichtbau entgegen. Die Kernidee eines visionären und bionischen Spaceframes wäre es aus meiner Sicht unter anderem, nur dort Werkstoffe einzusetzen, wo es für Funktion, Sicherheit und Steifigkeit benötigt wird; also ein reduzierter Ansatz nach dem Motto *weniger ist mehr*. Durch werkzeuglose generative Fertigung und das werkzeugarme Profilierverfahren könnten zukünftig vielleicht sogar alle Karosserievarianten laststufengerecht ausgelegt und *on demand* gefertigt werden. Hier liegen Potenziale.

S. Raso: Nachhaltigkeit ist das führende Ziel der Automobilindustrie. Verschiedene Kerntechnologien für die Zukunft der Automobilproduktion wurden bisher untersucht. Die Rahmenkonstruktion des EDAG Light Cocoon vereinigt viele dieser Technologien in einem Ansatz; so zum Beispiel Hybridleichtbauweise zur Gewichtsreduzierung und Kraftstoffeffizienz, die Verwendung von additiven Verfahren für ein



Das von EDAG auf dem Genfer Autosalon im März 2015 sowie auf der Internationalen Automobilausstellung IAA im September 2015 in Frankfurt präsentierte Concept Car *EDAG Light Cocoon*; der *EDAG Light Cocoon* ist ein visionärer Ansatz eines kompakten Sportwagens mit einer umfassend bionisch optimierten und generativ gefertigten Fahrzeugstruktur, die mit einer Außenhaut aus wetterbeständigem Textil und variablem Lichtdesign kombiniert wird
Bild: EDAG Engineering GmbH

bionisch optimiertes Design und die Verwendung von Rohren und Profilen für eine hochflexible Fertigung des Fahrzeugrahmens.

Red.: Wie das Beispiel Elektrofahrzeuge in Europa zeigt, braucht es von ersten Innovatoren, wie den Pionieren Hayek (Ur-Smart) oder Tesla Motors (USA), bis hin zu adaptierten Innovationen lange Zeiträume. Ist die Automobilindustrie wirklich reif für völlig neue Sichtweisen auf ihre Produkte?

M. Hillebrecht: Ein möglicher Einstieg in neue Fertigungsstrategien, wie dem Leichtbau, wird erfahrungsgemäß oft über kleine Stückzahlen im Luxus- und Supersportsegment möglich. Diese Kundschaft identifiziert sich deutlich mehr mit Leichtbau, E-Mobilität und technischen Innovationen als im Massengeschäft. Diese *Innovatoren* sind bereit, zugunsten der Fahrdynamik, des Komforts, der Sicherheit und aus ökologischen Motiven heraus wesentlich höhere Herstellkosten zu akzeptieren. Bei entsprechendem Potenzial der Technologie und bei fortschreitender Technologieentwicklung für die automobilen Massenproduktion können dann die Prozesse aus der Nische hin zu größeren Stückzahlen transferieren. Das erfordert aber durchaus seine Zeit, nachhaltige Investitionen in die Zukunft der Unternehmen und viel technische Kompetenz. Ich will nicht von *langen Zeiträumen* sprechen, aber es braucht Zeit für die Adaptation neuer Technologien.

S. Raso: In der Automobilindustrie hängt die Zahl der Arbeitsplätze in hohem Maß von Fertigungsmethodik und -strategie ab. Sie bestimmen maßgeblich die Kostenstrukturen, die erzielbaren Margen und den Erfolg. Diese Faktoren bestimmen unsere Sichtweise auf Mobilität und nicht

zuletzt auch den Wohlstand vieler Volkswirtschaften. Um das erreichte Niveau der automobilen Mobilität zu erhalten, hat die Automobilindustrie kontinuierlich in technologische Fortschritte ihrer Automobile und die dahinter stehenden Produktionsprozesse investiert. Die Investitionen in Forschung und Entwicklung sind daher obligatorisch, und auch wir von der BLM Group sind auf diesem Pfad der Innovation und Fortentwicklung.

Red.: Stichworte Ressourcenschonung und *grüne Technologie*. Wie sieht dies der Automobilbauer?

M. Hillebrecht: Dank intelligentem Leichtbau, vor allem in Mischbauweise, sollen die Fahrzeuge je nach Marktsegment um etwa 100 Kilogramm leichter gegenüber den jeweiligen Vorgängern werden. Hierbei können in der Karosserie und den Anbauteilen noch weitere zehn bis 20 Prozent an Gewicht eingespart werden. Vielen Herstellern ist die Trendumkehr der Gewichtsspirale bereits im Ansatz gelungen. Fakt ist aber auch: Höhere Kundenanforderungen an alternative Antriebe, Komfort, Funktionalität und Vernetzung sowie auch neue Sicherheitsanforderungen der internationalen Gesetzgeber wirken als Verkaufskriterien trotz aller ambitionierten Gewichtsziele dem Leichtbau entgegen.

S. Raso: Lösungen für *grüne Technologien* und intelligentes Energiemanagement sind stark abhängig von Regierungen durch deren politische Zielvorgaben, Gesetze und sicher auch durch die gesetzten Anreize. Diese Zielausrichtung, blicken wir einmal auf den US-Staat Kalifornien, sind ein immer augenfälliger Fakt, dem wir uns stellen müssen und nicht entziehen können. Die Automobilhersteller nehmen diese Anforderungen an und sehen politische Zielvorgaben auch als Motor der Innovation. Ergo: Es gibt also ein gemeinsames Interesse von Politik und Herstellern. Zusammen mit den bekannten Lösungen für das Energiemanagement, wie beispielsweise der Entwicklung von Elektrospeichern und -antrieben, oder auch den Fahrzeugen mit Brennstoffzellen, können auch die Fertigungsprozesse stark an die Visionen der *grünen Technologie* herangeführt werden. Das Fertigungsdesign mit vollelektrischen Biegemaschinen, Laserschneidanlagen mit hohem Wirkungsgrad oder das Laserschmelzen sind Beispiele für das Engagement der BLM Group hin zu einer *grünere* Zukunft. Der Pfad hin zu intelligenter Ressourcenschonung und Nachhaltigkeit ist ein unumkehrbarer Megatrend.

Red.: Skizzieren Sie bitte kurz die Vor- und Nachteile konventioneller Karosseriebauweisen.

C. Emmelmann: Aktuelle Karosserien sind intelligente, last- und crashoptimierte Konstruktionen, deren Material- und Konstruktionskonzepte einen hohen Reifegrad erlangt haben; sowohl im Leichtbau als auch beim Insassenschutz. Die eingesetzten traditionellen, werkzeugbasierten Fertigungsverfahren stoßen hinsichtlich der Flexibilität und Realisierbarkeit an ihre Grenzen. Das Laser Zentrum Nord konnte mit den Projektpartnern durch die bionischen, der Natur nachempfundenen, Konstruktionsprinzipien diese Grenzen konzeptionell überwinden. Das Spaceframe-Konzept versucht, das *beyond limits* in Bezug auf Produkt, Fertigung und Automation aufzuzeigen.

M. Hillebrecht: In einer typischen Karosserie in Schalenbauweise sind Beplankungen, Verstärkungen, Aufnahmebleche und Profile mit Fügetechnik verbunden. Alle Bauteile wirken als Schalen. Die geforderte Steifigkeit wird hierbei durch Blechquerschnitte erzielt. Der Vorteil sind die geringen Herstellkosten in einer industriellen, weltweit einheitlichen Massenproduktion. Neben kostengünstigen Halbzeugen aus Blech kommen bewährte und robuste Technologien wie das Umformen und das Punktschweißen zum Einsatz. Nachteil ist hier, dass Werkzeug- und Anlageninvestitionen sich nur über große Stückzahlen rechnen und Variantenvielfalt erschweren. Zudem sind werkzeuggebundene Teile mit Werkzeugkosten verbunden, und man braucht Vorbereitungszeiträume für die Werkzeugtechnik. Schließlich müssen die Werkzeuge



Technologiebeispiel NextGen Spaceframe: Funktionsintegrierte, bionisch optimierte Fahrzeugleichtbaustruktur in flexibler Fertigung zeigt mit dem bionisch optimierten, generativ-hybrid gefertigten Spaceframe-Konzept eine neue Perspektive auf, wie ein wandelbares und extrem flexibles Produktionskonzept für laststufengerecht ausgelegte Karosserien realisiert werden könnte



Bilder: EDAG Engineering GmbH

über den Lebenszyklus des Produkts abführbar sein. Eine Spaceframe-Bauweise besteht aus geschlossenen Hohlprofilen, die über Knoten miteinander verbunden sind. Flächige Bauteile wie das Dach nehmen die Schubkräfte auf. Mit einem Spaceframe-Konzept einhergehend können zukünftig neue Werkstoffe verwendet werden. Das wäre zu untersuchen. Generell gilt aber schon heute: Das Konzept ermöglicht dem Hersteller signifikante Gewichtseinsparung und hohe Verwindungssteifigkeit bei hoher Wirtschaftlichkeit für Fahrzeuge mit eher kleineren Stückzahlen.

S. Raso: Ein großer Vorteil der herkömmlichen Konstruktionen von Fahrzeugrahmen ist das Zusammenspiel von konsolidierten Technologien, die heutzutage für die Herstellung und die Montage des Rahmens zur Verfügung stehen. Heute müssen Fertigungslinien in der Regel verschiedene Prozesse und Phasen vor der Endmontage des Fahrzeugrahmens abbilden. Die Nachteile dieses Konzepts sind der Aufwand und die begrenzte Flexibilität im Montage-Workflow. Hier sind neue Ideen und, daraus abgeleitet, wirtschaftliche und flexible Konzepte für die zukünftige Fertigung gefordert.

Red.: Welche Merkmale und neuen Verfahren wurden beim NextGen Spaceframe-Konzept aufgezeigt?

M. Hillebrecht: Der gemeinsam erarbeitete Stahl-Spaceframe-Knoten kombiniert generativ gefertigte Knoten auf Basis des *selektiven Laserschmelzens* mit intelligent bearbeiteten Profilen in Hybridbauweise. Dieser Ansatz verspricht eine extreme Flexibilisierung der Produktion. Und er verspricht eine denkbare hohe Variantenintensität bei null Euro für weitere Investitionen in Vorrichtungen, Werkzeuge und Anlagentechnik pro Fahrzeugvariante. Ich denke, dass sich eine hohe Modellvielfalt ergeben kann, weil restriktive Kostenhürden entfallen. Zudem erlaubt die generative Fertigung im Hinblick auf die eingesetzten Werkstoffe eine größtmögliche Ressourceneffizienz. Außerdem ergeben sich bionische und lastpfadoptimierte Strukturen, die mit anderen Fertigungsverfahren geometrisch gar nicht herstellbar sind.

C. Emmelmann: Das Spaceframe-Konzept vereint die Vorteile des 3D-Drucks, wie Flexibilität und Leichtbaupotenzial, mit der Wirtschaftlichkeit von bewährter konventioneller Profilbauweise. In beiden Technologien spielt der Laser die zentrale Rolle.

Die bionisch optimierten Knoten ermöglichen einen derzeit maximalen Leichtbau und einen hohen Grad an Funktionsintegration. Sowohl die Knoten als auch die Profile können ohne Zusatzaufwand auf neue Geometrien und Lastanforderungen angepasst werden. Sie bieten so die Möglichkeit, jedes einzelne Teil laststufengerecht auszuliegen – und nicht wie bisher die Dimensionierung der Bauteile an der größten Motorisierung auszurichten. Der Grundgedanke ist also eine Rahmenbauweise, die optimal auf die Anforderung der Modellvariante abgestimmt werden kann.

S. Raso: Das Hauptmerkmal des NextGen Spaceframe-Konzepts ist eine konsequente Ausrichtung auf extreme Flexibilität von Prozessen zur Herstellung und Montage. Mit additiven Fertigungstechnologien sowie Profilen, die leicht gebogen und im 3D-Laserschnitt hergestellt werden, liegen mögliche Antworten für ein Plus an Flexibilität. Additiv hergestellte Freiform-Knoten ermöglichen neue Design-Lösungen und eine Vielzahl von Varietäten an Modellen. Die Einbeziehung von bionischen Konstruktionen, Hohlbauweise oder Gitterstrukturen ermöglicht ein optimiertes mechanisches Verhalten des Rahmens. Die Integration von Merkmalen der Kraftaufnahme in den Profilen und Knoten eröffnet eine kontrollierte Verformung des Rahmens und eine erhöhte Sicherheit der Passagiere. Die Einbeziehung des AM und die Gestaltung von Schnittstellen für das Laserschweißen optimiert die Fertigung. Also erstens Flexibilität, zweitens Sicherheit und drittens die Vereinfachung von Prozessen sind einige Beispiele für die Vorteile dieses Ansatzes.

F. Herzog: Ich möchte hier nur einwerfen, dass die Hybridbauweise auch in anderen Branchen bereits zum Einsatz kommt. Relativ einfache oder überlange Geometrien, wie hier vielleicht die Profile, werden mit der klassischen Zerspanung hergestellt, und komplexere Geometrien entstehen dann additiv. Das Phänomen bildet die Wirtschaftlichkeit ab. Mischbauweise ist in vielen Bereichen interessant, wenn es gilt, eine Brücke zwischen Funktion und Wirtschaftlichkeit zu bauen.

Red.: Welche neuen Fertigungsstrategien und Automationspotenziale ergeben sich zukünftig daraus? Welche Potenziale sehen Sie in Konstruktion und Fertigung?

C. Emmelmann: Die Potenziale der Konstruktion liegen in der flexiblen, laststufengerechten Auslegung. Und in der Chance,



Die NextGen Spaceframe-Knoten können durch generative Fertigung hoch funktionsintegriert gestaltet werden. Verkettet wurde die laseradditive Fertigung mit dem Profilieren sowie Biegen und der Endenbearbeitung von Profilen mittels Laser. Zugrunde liegt hierbei ein Laststufenkonzept mit jeweils punktgenau in der CAE ausgelegten Karosserievarianten und maßgeschneiderten generativ gefertigten Knotenstrukturen

Bild: EDAG Engineering GmbH

mit den gezeigten bionischen Strukturen einen maximal möglichen Leichtbau zu betreiben, so wie er bisher noch nicht umsetzbar war. Am Laser Zentrum Nord entwickeln wir Gestaltungsrichtlinien, um bionische Vorbilder, wie beispielsweise eine Bambus- oder Vogelknochenstruktur, in solch anspruchsvolle technische Leichtbauteile mit Gewichtseinsparungen von in der Regel 30 bis 50 Prozent erfolgreich umzusetzen. *Bionisches Konstruieren*, wie es mit Additive Manufacturing möglich wird, zeigt zahlreiche Optionen auf. Die Fertigung profitiert mehrfach von den neuen Fertigungsverfahren: Nicht nur die investitionsintensiven Werkzeuge entfallen, sondern es können auch flexible Kleinserien oder auch Bauteiländerungen innerhalb des Modellzyklus ohne Mehraufwand sofort abgebildet werden.

M. Hillebrecht: Außerdem sind die Reaktionsfähigkeit auf Stückzahlschwankungen sowie *updatefähige* Bauteile während eines Fahrzeuglebenszyklus im Sinne einer *lernfähigen Industrie 4.0* hervorzuheben. Das sind ganz neue Ideen für die Branche.

S. Raso: Das neue Konzept bedeutet für Entwickler und Konstrukteure eine hohe Designfreiheit. Das vorgeschlagene Konzept eröffnet den Designern der Automobilindustrie leichtere Lösungen, ökologischere Ansätze und verbesserte Sicherheitslösungen. In der Fertigung bedeutet die Adaptation

von laserbasierten Verfahren, wie additiver Fertigung von Knoten, Laserschneiden und Laserschweißen von Rohren und Profilen, ein unvergleichliches Maß an Flexibilität. Nicht zuletzt können diese Fertigungsstrategien zu einer Erhöhung der Automatisierung beitragen. Diese Verfahren stehen für die Innovation von Fertigungsprozessen.

F. Herzog: Ich danke Dr. Hillebrecht für den Hinweis auf die *Industrie 4.0*. Kernelemente dieses Konzepts wie Automatisierung, Digitalisierung und Vernetzung spielen in unserer neu vorgestellten *AM Factory of Tomorrow* eine elementare Rolle. Ziel ist es, manuelle Prozesse zu automatisieren und somit zu minimieren, um Totzeiten in der Produktion der Bauteile zu vermeiden. Maschinen, welche bisher als Stand alone-Lösungen konzipiert waren, werden zudem im Sinne einer Smart Factory in beliebiger Anzahl miteinander vernetzt. Dabei wird es auch zu einer Automatisierung und Vernetzung additiver und konventioneller Techniken kommen, insbesondere in der Nachbearbeitung der entstandenen Bauteile. Klassische Fertigungsmethoden gehen dann einher mit additiven Verfahren. Unsere *AM Factory of Tomorrow* deckt

sich mit den Anforderungen des Industrie 4.0-Leitgedankens und wird unser Verfahren zukünftig auch für die Serienfertigung von metallischen Bauteilen aus wirtschaftlicher Sicht attraktiv machen. Dieses gilt dann sicher auch für die Automobilindustrie, bei der es vornehmlich auf hohe Stückzahlen ankommt.

Red.: Welche Bedeutung hat das pulverbasierte Laserschmelzen von Metallen heute und zukünftig in Automotive?

C. Emmelmann: Aktuell ist das 3D-Drucken von Metallen im Bereich des Prototypenbaus in der Automobilindustrie nicht mehr wegzudenken. Mit dem Verfahren ist es möglich, schnell und ohne die sonst üblichen hohen Werkzeugkosten voll belastbare Erprobungsbauteile herzustellen. Der Schritt in die Serienfertigung steht allerdings noch bevor. Durch die kontinuierliche Produktivitätssteigerung der 3D-Druckanlagentechnik wird dieser Schritt jedoch auch in den nächsten fünf bis zehn Jahren erfolgen. Mit den beiden auf der IAA 2015 vorgestellten Projekten, dem bionischen Spaceframe und dem Leistungselektronikgehäuse, wurden zwei konkrete Ansätze gezeigt, wie diese Technologie schon in

Kürze bei Fahrzeugen der Elektromobilität oder auch anderen Kleinserienfahrzeugen wirtschaftlich zum Einsatz kommen kann.

S. Raso: Additive Fertigungstechniken werden heute vor allem in der Automobilindustrie für die Herstellung von Funktionsteilen in kleiner Serie eingesetzt. Allerdings sehen wir auch, wie Luft- und Raumfahrtbranche es vormachten, dass der Übergang auf additive Fertigungsstrategien die Produkt- und Prozess-Performance signifikant erhöht. Die Einführung des Paradigmas *Manufacturing for Functionality* anstelle des eher restriktiven *Design for Manufacturing* ebenso wie die *Just-in-time-Fertigung* und punktgenaue Konzepte haben bereits begonnen, sich in der Automobilindustrie zu verbreiten. Wir sehen hier Grundlagen für etwas ganz Neues.

Lesen Sie weiter unter womag-online.de

WOMag-online-Abonnenten steht der gesamte Beitrag zum Download zur Verfügung. Der Gesamtumfang des Beitrags beträgt etwa 7,5 Seiten mit 5 Abbildungen.

Informationsveranstaltung zur neuen Norm ISO 9001

Verbundprojekt und Workshop geplant

Über 30 Firmenvertreter versammelten sich am 19. Mai 2016 im Kunststoff-Institut Lüdenscheid zu einer Informationsveranstaltung über die Umstellung auf die neue Qualitätsnorm ISO 9001:2015. Geleitet wurde die Veranstaltung von Torsten Urban, zuständiger Mitarbeiter für den Bereich Qualitätsmanagement am Kunststoff-Institut Lüdenscheid.

Besonders die neue Struktur der Norm, die Forderungen nach Risikomanagement und die Beachtung der Belange von sogenannten *interessierten Parteien* sorgten für eine rege Diskussion unter den Teilnehmern.

Vorrangiges Ziel dieser Veranstaltung war nach den Worten von Torsten Urban, den Teilnehmern einerseits die neuen Normforderungen nahezubringen, andererseits aber auch aufzuzeigen, wie diese in kleinen und mittleren Betrieben des produzierenden Gewerbes umgesetzt werden können.

Vor diesem Hintergrund wurden auch verschiedene Umsetzungswege aufgezeigt: Firmen haben die Möglichkeit, sich in einem Firmenverbundprojekt für einen kurzen Zeitraum unter der Federführung des Kunststoff-Instituts Lüdenscheid zusammenzuschließen und die Themen gemeinsam zu erarbeiten. Diese Form der Zusammenarbeit hat sich laut Urban bereits vielfach in anderen Technologiebereichen des Instituts bewährt, denn mit diesem Modell könne der finanzielle und personelle Aufwand für den Einzelnen gering gehalten werden, bei gleichzeitig hoher Effektivität. Die Startdaten für das Gemeinschaftsprojekt sind der 1. Juni und 1. Oktober 2016, sowie der 1. Januar 2017.

Ferner ist ein neuartiger zweitägiger Intensivworkshop vorgesehen, in dessen Rahmen die teilnehmenden Firmen aller Branchen unter Anleitung selbst die nötigen



Arbeitsmittel erarbeiten, um diese dann später im Unternehmen implementieren und umsetzen zu können. Der Zwei-Tages-Workshop ist geplant für den 22. und 23. Juni 2016 sowie den 30. November und 1. Dezember 2016. Interessierte Firmen sind eingeladen, mit dem Kunststoff-Institut Kontakt aufzunehmen.

Kontakt

Kunststoff-Institut Lüdenscheid
Dipl.-Ing. Urban / urban@kunststoff-institut.de

➔ www.kunststoff-institut.de

International Solution Days

GF Machining Solutions hat 2016 wieder zu den *International Solution Days* nach Schorndorf geladen. Neben den Themen Industrie 4.0 und dem industriellen 3D-Druck interessierten sich die rund 1000 Gäste vor allem für innovative GF-Lösungen im Werkzeug- und Formenbau.

An die Ausläufer der Schwäbischen Alb geschmiegt und umgeben von Feldern und Wäldern liegt das beschauliche Städtchen Schorndorf, unweit von Stuttgart. In der Geburtsstadt Gottlieb Daimlers entstehen auch heute noch gute Ideen. So verwundert es nicht, dass hier der innovative schweizerische Werkzeugmaschinenhersteller GF Machining Solutions seinen deutschen Hauptsitz hat. Vom 19. bis 21. April 2016 wandelte sich der beschauliche Ort zum Zentrum der europäischen Werkzeugmaschinenbranche: Rund 1000 Gäste aus zwölf Ländern waren der Einladung des Technologie-Unternehmens zu den *International Solution Days 2016* gefolgt.

GF zeigte auf über 1300 Quadratmetern Ausstellungsfläche neueste Anwendungen und Entwicklungen im Fräsen, Senk- und Drahterodieren, in der Lasertexturierung und im 3D-Druck.



Antonio Faccio, Leiter der Marktregionen Europa und Südamerika bei GF Machining Solutions begrüßt die Gäste der International Solution Days 2016 in der Schorndorfer Deutschland-Zentrale des schweizerischen Technologiekonzerns

Der Name *Solution Days* ist Programm, wie Heiko Benz, Geschäftsführer GF Machining Solution Deutschland, zum Auftakt der dreitägigen Veranstaltung erklärte: GF Machining Solutions entwickle sich konform zur Marktanforderung mehr und mehr vom reinen Maschinenhersteller zum Industriepartner für integrierte Lösungen. Neben vielen Produktinnovationen aus dem Hause GF standen somit auch vielbeachtete Themen wie die additive Fertigung und Industrie 4.0 im Mittelpunkt der Vorträge und Diskussionen. Als schweizer



Im Foyer von GF Machining Solutions in Schorndorf vertieften die zahlreichen Gäste und GF-Mitarbeiter ihre Gespräche über gemeinsame Vorhaben und Projekte

isches Unternehmen verfolgt GF nach den Worten von Benz den Anspruch, die Innovationsführerschaft bei Schlüsseltechnologien innezuhaben. GF entwickle traditionelle Technologien wie das Fräsen und das Erodieren stetig weiter, glaube aber auch an neue Trends, wie den industriellen 3D-Druck und die Industrie 4.0. GF Machining Solutions führe diese Neuerungen, gemeinsam mit starken Partnern, von den Prototypen-Laboren hinein in die realen Produktionsprozesse.

Fabrik der Zukunft

Die rasante Entwicklung hin zur Vernetzung und Digitalisierung der Produktionsprozesse wurde im Schorndorfer Demo-Center von GF Machining Solutions besonders eindrücklich anhand einer vollautomatisierten Multi-Technologie-Zelle dargestellt. Die imposante Anlage, die bei den Solutions Days ihre Weltpremiere feierte, demonstrierte den hochinteressierten Besuchern das tatsächliche Einsatzspektrum von Industrie-4.0-Lösungen.

Die Zelle kombiniert Schneid-, Senkerosion und Hochgeschwindigkeitsfrästechnologien mit perfekt aufeinander abgestimmten Zellmanagementsystemen, intelligenten Sensoren, E-Tracking-Lösungen, einer High-End-Waschmaschine und einer Zeiss-Messanlage. Das System plant laut Geschäftsführer Heiko Benz den optimalen Prozess größtenteils selbstständig: Ist Fräsen oder Erosion für die Aufgabe besser geeignet oder ist eine Kombination beider Technologien das Mittel der Wahl? Die

Multi-Prozess-Planungslösung sei in der Lage, diese Fragen weitgehend ohne Zutun von außen zu beantworten. Die Fertigung laufe ohne Brüche im Datenfluss vollautomatisch, von der CAD-Zeichnung bis zum fertigen Teil - und zwar im 5- μ -Bereich, erklärte Benz. An diesem Ansatz werde klar, dass GF Machining Solutions dem Präzisionsverlust durch Automation keine Chance lässt.

Dass GF Machining Solutions die fortschreitende Digitalisierung nicht als Gefahr, sondern als Chance begreift, wurde auch in der Begrüßungsrede des Präsidenten Pascal Boillat deutlich. Eigens zu den Solution Days aus der Genfer Unternehmenszentrale angereist, betonte er die Bedeutung dieser technologischen Entwicklung: *Wir nehmen bei GF das Thema sehr ernst und stellen uns entsprechend auf. Für Europa ist die Industrie 4.0 besonders wichtig.* Der Leiter von GF Machining Solutions wandte sich auch mit einem Appell an seine Gäste: *Der Industriestandort Europa kann nur wettbewerbsfähig bleiben, wenn wir bei der Industrie 4.0 die Vorreiterschaft übernehmen. Wenn wir unseren Kunden in dieser Phase der digitalen Transformation fortschrittliche Lösungen anbieten, ihnen die Möglichkeit geben, wettbewerbsfähig zu bleiben, dann blickt der Produktionsstandort Europa in eine strahlende Zukunft.*

Starkes Europa

Tatsächlich erfreue sich der europäische Werkzeugbau aktuell *guter Gesundheit*, müsse aber darauf achten, gegenüber den



Die Verkaufingenieure von GF Machining Solutions standen ihren Geschäftspartnern Rede und Antwort und präsentierten die neuesten Innovationen aus dem Hause GF

USA, China oder aufstrebenden Ländern wie Brasilien oder Vietnam nicht ins Hintertreffen zu geraten, wie Dr. Wolfgang Boos, Geschäftsführer der Aachener Werkzeugbau Akademie, in seinem Vortrag am ersten Veranstaltungstag darlegte. Als fundamentaler Indikator zeige die Beschaffung gut auf, wie es um die Werkzeugbauer in Europa bestellt sei. *Wir haben bei unserer Studie World of Tooling festgestellt, dass sich Werkzeugbauer im deutschsprachigen Raum verstärkt auf ihre Kernkompetenzen konzentrieren.* Die Eigenleistung zum Umsatz sinke tendenziell, ihre Wertschöpfungstiefe habe sich in den letzten Jahren von zirka 80 Prozent auf 70 Prozent reduziert. Doch 75 Prozent aller ihrer Lieferanten befänden sich in einem Umkreis von 300 Kilometern. *Das heißt: Alle reden zwar vom Megatrend Globalisierung, wir stellen aber fest, dass der europäische Werkzeugbau meist regional, wenn nicht lokal, beschafft.* Verkauft werde aber global.

Herausforderung Innovation

Bei allem Optimismus gab es in Schorndorf auch mahnende Worte, die Ole Strachan, Senior Consultant der Beratungs-Gesellschaft Staufen AG, den Gästen mit auf den Weg gab: *Unseren Studien zufolge gilt Deutschland zwar weiterhin als eines der innovativsten Länder weltweit. Doch bahnbrechende Geschäftsmodelle und Innovationen – wie AirBnB, UBER oder Facebook – stammen selten aus Deutschland.* So werde zum Beispiel in China die Industrie 4.0 bereits aktiv gelebt. In Deutschland werde hingegen von vielen Unternehmen davon geredet, wobei aber nur wenige mittelständische Firmen wirklich wüssten, was sich hinter diesem Hype-Begriff wirklich verberge, so der Unternehmensberater. Ole Strachan wies auch darauf hin, dass Innovation kein Selbstzweck ist: Über 70 Prozent der neu entwickelten Produkte, die auf den Markt gebracht werden, verkommen nach seinen Worten zum Flopp, wegen Fehlpositionierungen oder verschenkter Potenziale. Aber es lohnesich durchaus, die jüngsten



In Schorndorf präsentierte GF Machining Solutions fünf Technologien einschließlich der additiven Fertigung sowie verschiedenste Automationsmöglichkeiten auf über 1300 m²

Entwicklungen genau zu beobachten. Als Fast-Follower könne man auch große Erfolge feiern, so der Tipp von Strachan.

Die Zukunft beginnt neu

Als Fast-Follower oder gar Pioniere verstanden sich auch viele Gäste der International Solution Days, als sie die neuesten Technologieentwicklungen von GF Machining Solutions im Schorndorfer Demo-Center genauestens unter die Lupe nahmen. Neben der *vollautomatisierten* Multi-Technologie-Zelle begeisterte vor allem die additive Fertigungsmaschine AMS 290 Tooling die Besucher. Erstmals auf der Messe EMO Mailand 2015 vorgestellt, kommt dieser industrielle

3D-Drucker – entstanden aus der Zusammenarbeit mit EOS – inzwischen zum industriellen Einsatz, beispielsweise bei der Produktion eines Ventils des Schwesterunternehmens GF Piping Systems.

Heiko Benz ist von der neuen 3D-Druck-Technologie überzeugt, bremst falsche Erwartungen aber auch ein: Der industrielle 3D-Druck sei ein Thema, das alle beschäftige. Manche glaubten gar, dass man in Zukunft in der eigenen Garage einbaufertige Ersatzteile für den eigenen PKW oder die heimische Waschmaschine drucken werde, dass traditionelle Fertigung dadurch abgelöst werde. Das werde auf absehbare Zeit nicht der Fall sein. *Hingegen sehen wir den 3D-Druck als komplementäre Technologie, die sich aufgrund des enormen Zusatznutzens den das Verfahren bietet, rasch zu einer neuen Schlüsseltechnologie für den Werkzeug- und Formenbau entwickeln wird. Deshalb werden wir gemeinsam mit unserem Partner EOS diese Technologie in die industrielle Prozesskette integrieren.*

Zum Abschluss der International Solution Days 2016 kamen die Besucher, Partner und Kunden von GF Machining Solutions noch in den Genuss von Bündnerfleisch und Saxophon-Klängen und sprachen in entspannter Atmosphäre über die Potenziale der gezeigten Innovationen. Das hätte auch dem berühmtesten Sohn der Stadt Schorndorf – Gottlieb Daimler – gefallen.

Über GF Machining Solutions

GF Machining Solutions ist weltweit tätige Anbieterin von Maschinen, Automationslösungen und Serviceleistungen für den Werkzeug- und Formenbau sowie für die Fertigung von Präzisionsteilen. Die Angebotspalette reicht von Elektroerosions-, Hochgeschwindigkeits- und Hochleistungsfräsmaschinen, über Spann- und Palettiersysteme, 3D-Lasermaschinen für die Oberflächenstrukturierung, Spindeln, Serviceleistungen, Ersatz- und Verschleißteile, Verbrauchsmaterial bis hin zu Automationslösungen. Als global tätiges Unternehmen ist GF Machining Solutions, eine Division des Georg Fischer Konzerns (Schweiz), mit eigener weltweiter Organisation an 50 Standorten präsent. 3003 Mitarbeitende erwirtschafteten 2015 einen Umsatz von 902 Millionen Schweizer Franken.

➔ www.gfms.com/de



Stand
GS | A46

K3^x - STAY CONNECTED

Mit dem Technologiedemonstrator K3^x zeigt KLEINER auf der STANZTEC in Pforzheim erstmalig die Verbindungstechnik der neuesten Generation für elektrotechnische Anwendungen.

KLEINER GmbH Stanztechnik | www.kleiner-gmbh.de | 75179 Pforzheim



Stanztec 2016 – Treffpunkt der Industrie für Hightech-Produkte

Nach dem großen Erfolg und der äußerst positiven Beurteilung der bisherigen Mes-
severanstaltungen durch Besucher und
Aussteller findet die Stanztec – Internati-
onale Fachmesse für Stanztechnik – nun
bereits zum 5. Mal in Pforzheim statt. Die
Messe, die vom 21. bis 23. Juni 2016 mit
rund 160 Ausstellern im CongressCentrum
Pforzheim ausgerichtet wird, hat sich mit
ihren Segmenten Werkzeugbau, Stanztech-
nik und Fertigungstechnik als herausragen-
de Informations-, Kommunikations- und
Beschaffungsplattform etabliert.

Die Messe bietet einen intensiven und um-
fassenden Technik-, Know-how- und Wis-
sens-Transfer zwischen den einheimischen
Anbietern sowie Kunden und Interessenten
aus aller Welt. Zugleich ist sie ein bedeu-
tendes Aushängeschild für die Wirtschafts-
region Pforzheim/Nordschwarzwald – ein
Großteil der Aussteller kommt direkt aus
unserem Wirtschaftsraum. Mit der Stanz-
tec werden die Kompetenz dieser Unter-
nehmen und deren Bedeutung für unseren
Wirtschaftsstandort eindrucksvoll unter-
strichen.

Viele Unternehmen im Bereich der met-
allverarbeitenden Präzisionstechnik en-
gagieren sich schon seit mehreren Jahren
in der Cluster-Initiative *Hochform*, die vom
städtischen Eigenbetrieb Wirtschaft und
Stadtmarketing Pforzheim (WSP) zur Un-
terstützung der Branche initiiert wurde. Im



Rahmen dieser Initiative werden unter an-
derem Fachveranstaltungen und gemein-
same Messeauftritte organisiert; durch ge-
genseitige Unternehmensbesuche werden
der Informationsaustausch und die Vernet-
zung der Unternehmen untereinander ge-
fördert. Ein weiterer wichtiger Baustein der
Initiative ist ein gezieltes Marketing, das
die Bedeutung dieser Kompetenzbranchen

hervorhebt. Auch bei der diesjährigen
Stanztec wird die Initiative *Hochform* mit
einem Infostand vertreten sein und ihre
Aktivitäten vorstellen.

Stanztec: Hochform-Infostand / A-01-3

➤ www.hochform-pforzheim.de

➤ www.stanztec-messe.de

Pforzheimer Werkstofftag 2016 – Stanz- und Umformtechnik

Der Pforzheimer Werkstofftag konnte seit 2012 jährlich eine
durchweg sehr positive Resonanz verzeichnen. Anlass genug für
die Organisatoren, den Pforzheimer Werkstofftag auch in 2016
durchzuführen – und vor allem inhaltlich fortzuschreiben.

Die eintägige Fachveranstaltung wird vom Institut für Werk-
stoffe und Werkstofftechnologien (IWWT) der Hochschule Pforz-
heim sowie vom städtischen Eigenbetrieb Wirtschaft und Stadt-
marketing Pforzheim (WSP) im Rahmen seiner Cluster-Initiative *Hochform* organisiert.
Mit dem Pforzheimer Werkstofftag setzen das IWWT und die Initiative *Hochform* eine
Fachveranstaltung um, die inhaltlich aktuelle Themen aus Industrie, Forschung und Ent-
wicklung aufgreift. In diesem Jahr stehen die Stanz- und Umformtechnik im Fokus der
Fachvorträge. Darüber hinaus bietet die Veranstaltung die Möglichkeit, sich auf dem *Marktplatz* rund um das Thema Werkstoffe zu
informieren, sich mit anderen Teilnehmern auszutauschen und Kontakte zu knüpfen.

Veranstaltungstermin ist der **29. September 2016**; CongressCentrum Pforzheim, Mittlerer Saal; 8:30 bis 18:00 Uhr

➤ www.pforzheimer-werkstofftag.de



Werkstofftag 2015

Präsenz in China verstärkt

SensoTech eröffnet chinesische Niederlassung in Shanghai

Die SensoTech GmbH eröffnet unter dem Namen SensoTech (Shanghai) Co., Ltd. die chinesische Niederlassung in Shanghai.

Das Geschäftsfeld von SensoTech umfasst die Entwicklung, die Herstellung und den Vertrieb von Analysenmesstechnik zur Konzentrations- und Dichtemessung in Prozessflüssigkeiten für die Industrie und Forschung. Die Niederlassung in Shanghai intensiviert die Vertriebsaktivitäten und kooperiert eng mit den seit vielen Jahren für SensoTech aktiven chinesischen Vertriebspartnern. *Als führender Anbieter von Schallgeschwindigkeitsmessgeräten für die Flüssigkeitsanalyse direkt im Prozess freuen wir uns darüber, mit unserer Niederlassung die Nähe zu unseren chinesischen Kunden zu verstärken und optimale Beratung und Unterstützung vor Ort leisten zu können*, sagt Mathias Bode, Geschäftsführer der SensoTech GmbH. Die internationalen Niederlassungen und Vertretungen des Unternehmens können nach seinen Worten auf das Expertenwissen und die Prozess Erfahrung innerhalb der Muttergesellschaft zurückgreifen und bilden sich kontinuierlich durch Technologie- und Applikationsschulungen weiter.

Die Entwicklung der LiquiSonic® Hochleistungstechnologie und die Fertigung der Sensoren und Controller verfolgen weiterhin die Strategie *Made in Germany*. Die Premiumprodukte sind innovationsführend und entsprechen höchsten Qualitätsstandards. Typische Anwendungen sind,



SensoTech eröffnet die chinesische Niederlassung SensoTech (Shanghai) Co., Ltd., welche die Vertriebsaktivitäten für die LiquiSonic® Inline-Analysenmesstechnik zur Konzentrations- und Dichtemessung verstärkt

neben der Konzentrations- und Dichtemessung, die Phasenerkennung und Reaktionsverfolgung. Die Analysenmesstechnik findet weltweit Anwendung in verschiedenen Branchen wie der chemischen und pharmazeutischen Industrie, der Getränke- und Lebensmittelherstellung, der Halbleitertechnik, Automobil- und Metallproduktion sowie vielen weiteren Bereichen.

Der Markt in China bietet laut Mathias Bode großes Potenzial, welches das Unternehmen mit seiner chinesischen Niederlassung voll ausschöpfen kann. Die Optimierung verfahrenstechnischer Prozesse durch Inline-Analysenmesstechnik sei auch in China ein starker Trend, da der Einsatz deutlich die Qualität, Effizienz und Sicherheit der Herstellungsprozesse verbessere. Dank der chinesischen Niederlassung seien die Reaktionszeiten von SensoTech kurz. *Daher können wir unseren Kunden in China schnell und komfortabel fortschrittliche Lösungen für ihre Mess- und Analyseanforderungen anbieten*, erklärt Mathias Bode.

Über SensoTech

Seit über 25 Jahren beschäftigen sich die die Experten der SensoTech GmbH mit der Entwicklung, Fertigung und dem Verkauf von Inline-Analysensystemen für Prozesse in Flüssigkeiten. Mit weltweit installierten, hochpräzisen und innovativen Messsystemen zur Überwachung von Konzentrationen, Zusammensetzungen, Eigenschaftsänderungen oder Stoffumwandlungen direkt im Prozess bestimmt SensoTech entscheidend den Stand der Technik. Typische Anwendungen sind, neben der Konzentrations- und Dichtemessung, die Phasenerkennung sowie die Verfolgung von Reaktionen wie bei Polymerisations- und Kristallisationsprozessen. SensoTech-Analysatoren setzen dabei Maßstäbe in der technologischen und qualitativen Wertigkeit, Bedienerfreundlichkeit sowie Reproduzierbarkeit der Messwerte. Spezielle Berechnungsverfahren und hochentwickelte Sensortechnologien ermöglichen zuverlässige und schnelle Messergebnisse auch unter schwierigen Prozessbedingungen.

➔ www.sensotech.com

VON ANFANG AN ZU ENDE GEDACHT



Wir stellen aus:

21.-23.06.2016 · Halle GS · Stand A19



360° PROJECTS BY INOVAN



360° PROJECTS BY INOVAN

Echte 360°-Projekte benötigen maximale Fertigungstiefe. Von Engineering über Werkstoff-, Oberflächen-, Stanz-Biege-, Kunststoff- und Verbindungstechnik bis hin zur Baugruppenmontage bieten wir unseren Kunden ein einzigartiges Technologieportfolio. So sind wir Ihr idealer Partner für komplexe elektromechanische Bauteile, Kontaktwerkstoffe und mechanische Verbindungselemente.

Lassen Sie uns Ihr Projekt von Anfang an zu Ende denken!

Inovan GmbH & Co. KG
Industriestraße 44
75217 Birkenfeld
www.inovan.de

MKM startet Conti-M[®]-Produktion von OFE-Kupferband

Die MKM Mansfelder Kupfer und Messing GmbH (MKM), Hettstedt, hat die Produktion von hochreinem, sauerstofffreien Kupferband gestartet (Cu-OFE). MKM produziert nach eigenen Angaben damit als einziger Hersteller weltweit dieses sauerstofffreie Kupferwarmband in einer einzigen Linie: Die innovative Conti-M[®] Gieß-Walz-Technologie ist in der Lage, Kupferband unterbrechungsfrei zu gießen, warm zu walzen, zu fräsen und aufzuwickeln. Das sauerstofffreie Kupfer enthält keine im Vakuum verdampfenden Elemente, zeichnet sich durch eine hohe Leitfähigkeit

für Elektrizität und Wärme aus und ist besonders wasserstoffbeständig – sowohl in natürlicher Atmosphäre als auch in Industriemotorenatmosphäre. OFE-Kupfer ist selbst gegen Spannungsrisskorrosion beständig.

MKM wird das OFE-Kupfer hauptsächlich Kunden in der Elektrotechnik, der Elektronik und in der Vakuumtechnik anbieten, für die sich das hochwertige Kupferband ausgezeichnet eignet. OFE-Kupfer ist nicht nur sehr gut warm und kalt umformbar, sondern lässt sich gut schweißen und sehr gut hart- und wechlöten. Mit OFE-Kupferband startet MKM nach den Worten von Roland Harings, CEO der MKM, die qualitätsorientierte Erweiterung ihres Portfolios und erfüllt damit den Wunsch zahlreicher Kunden. Zahlreiche Tests hätten eindeutig bestätigt, dass MKM OFE-Kupferband mit einem außergewöhnlich hohen Qualitätsstandard und Prozesssicherheit anbieten kann.

Über MKM

MKM ist ein weltweiter Technologieführer für Kupfer- und Messinghalbzeuge. Seit



Inline gefräste Bandkante

Quelle: MKM

1997 hat MKM mehr als 400 Millionen Euro investiert. Als einziger Hersteller weltweit bietet das Unternehmen Draht, Band, Rohre, Stangen und Blech aus einer Hand an. Im vergangenen Jahr hat MKM mit rund 1100 Mitarbeitern rund 250 000 Tonnen Kupfer verarbeitet. Weltweit vertrauen rund 1000 Kunden aus 60 Ländern auf MKM. Damit ist MKM Partner weltweit führender Unternehmen in der Elektronik- und Bauindustrie, der Solarbranche, dem Anlagenbau, aus der Automobilindustrie, der Raumfahrt und der Telekommunikation.

➔ www.mkm.eu



Gefrästes Vorband

Quelle: MKM

AMB 2016 – Ressourcenverschwendung in der Fertigung vermeiden

Material- und Energieeffizienz in der Metallbearbeitung stehen im Fokus der geführten Besuchertouren auf der diesjährigen AMB, internationale Ausstellung für Metallbearbeitung, die vom 13. bis 17. September auf dem Stuttgarter Messegelände stattfindet. Organisiert und durchgeführt werden die Touren vom Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg.

Materialkosten stellen im produzierenden Gewerbe mit über 40 Prozent den mit Abstand größten Kostenblock dar. Der Anteil der Personalkosten liegt dagegen mit zirka 18 Prozent weit darunter. In vielen Unternehmen werden die Materialkosten noch nicht im Detail untersucht. Dort ist daher, auch angesichts der Höhe dieses Kostenblocks, ein großes Einsparpotenzial zu erwarten. Um Verschwendung zu vermeiden und Materialkosten einzusparen, steht eine Vielzahl von organisatorischen und technischen Maßnahmen zur Verfügung. Eingriffsmöglichkeiten gibt es beispielsweise bei der Produktgestaltung und in der

Produktion. Die Besuchertour informiert über neue Materialien sowie methodische, technische und betriebswirtschaftliche Aspekte der Materialeffizienz.

Die Themen Energieeffizienz und -einsparung dominieren ebenfalls mehr denn je die Diskussionen rund um die Fertigung. Zwar liegt der Anteil der Energiekosten an den Gesamtkosten bei Unternehmen der Metallbearbeitung durchschnittlich bei wenigen Prozent. Er kann aber bei kleinen und energieintensiven Unternehmen bis zu 15 Prozent betragen. Verschiedene Untersuchungen zeigen, dass sich in der Regel 20 bis 30 Prozent Energie einsparen lassen. Daher lohnt es sich auch für Unternehmen der Metallbearbeitung, sich intensiv mit diesem Thema auseinanderzusetzen.

Geplant sind je zwei Messerundgänge mit einer Dauer von rund zwei Stunden. Sie beginnen am Mittwoch, 14. September, um 9.30 und 13.00 Uhr. Dann steht das Thema *Energieeffizienz in der Metallbearbeitung* im Mittelpunkt. Am Donnerstag, 15. September, ebenfalls um 9.30 und 13.00 Uhr,

wird auf das Thema *Ressourcenverschwendung vermeiden* näher eingegangen. Geleitet werden die Rundgänge von einem kompetenten Fachberater.

Die Besuchertouren finden in deutscher Sprache statt und sind kostenlos; zur besseren Planung ist aber eine Anmeldung erforderlich. Diese nimmt das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft ab sofort entgegen (Ansprechpartner: Roland Schestag 0711/126-2652, E-Mail: roland.schestag@um.bwl.de).

Zur AMB in Stuttgart werden vom 13. bis 17. September mehr als 90 000 Fachbesucher und über 1300 Aussteller erwartet. Sie zeigen auf rund 105 000 Bruttoquadratmetern Innovationen und Weiterentwicklungen für spanende und abtragende Werkzeugmaschinen, Präzisionswerkzeuge, Messtechnik und Qualitätssicherung, Roboter, Werkstück- und Werkzeughandhabungstechnik, Industrial Software & Engineering, Bauteile, Baugruppen und Zubehör.

➔ www.amb-messe.de

Neurotransmitterdetektion in vivo – Anwendung elektrochemischer Messverfahren **Teil 4**

Von Vera Rech, Ramona Draxler, Volker Bucher, Hochschule Furtwangen,
sowie Boris Hofmann, Universität Tübingen

Redox-Verfahren können für die Untersuchung von Neurotransmitter durch die Herstellung von Mikrosystemen mit Hilfe der Chip-techniken verwendet werden. Hierfür kommen die Strukturierungsverfahren zum Einsatz, wie sie von der Herstellung von Mikrosystemkomponenten, zum Beispiel von Lab-on-a-Chip, Anwendung finden. Damit wurden Elektrodensysteme gefertigt, mit denen sich geringste Mengen an Neurotransmittern bis hin zu einzelnen Molekülen erfassen lassen. Die Systeme eignen sich zum Messung an lebenden Organismen. Spezielle Mikrodialyseverfahren können ebenfalls zur Analyse von Neurotransmittermolekülen verwendet werden, wobei hier ebenfalls auf die bewährten Mikrosystemtechnologien zurückgegriffen wird.

In-Vivo Neurotransmitter Detection Using Electrochemical Measurement Techniques

Part 4

Redox processes can be used for investigations of neurotransmitters using micro systems based on electronic chip technology. This involves surface patterning processes analogous to those used in micro-system components, for example in Lab-on-a-Chip. For this purpose, electrodes were formed, allowing the very smallest amount of neurotransmitters to be detected, in some cases as small as an individual molecule. Such systems are ideally suited to studies of living organisms. Specially-developed micro-dialysis processes can also be used for analysis of neurotransmitter molecules, as will be described in terms of proven microsystem technologies.

–Fortsetzung aus WOMag 04/2016–

3.2.5 Redox-Cycling

Für die Technologie des Redox-Cyclings kommen mehrere Elektroden zur Anwendung. Zwei Arbeitselektroden werden in nächster Nähe zueinander platziert. An diese werden Elektroden unterschiedlicher Spannungen angelegt: eine mit einer Spannung über und die andere mit einer Spannung unter dem Redoxpotential des jeweiligen, zu bestimmenden Redoxpaares. Dadurch werden an der einen Elektrode Substanzen oxidiert und an der anderen andere reduziert. Es entsteht ein Redoxreaktionskreislauf mit einer Ladungszone zwischen den beiden Arbeitselektroden

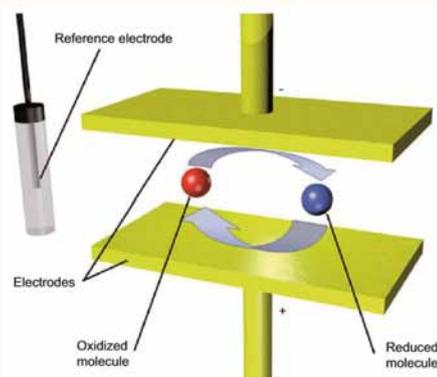


Abb. 38: Darstellung des Redox-Cycling-Mechanismus mit Elektroden für die Oxidation, Reduktion sowie einer Referenzelektrode; zwischen den beiden Arbeitselektroden unterliegen Moleküle einer Redox-Reaktion [13]

(Abb. 38) [29]. Mit dieser Technik wird eine verbesserte Selektivität und Sensitivität von elektrochemischen Sensoren erreicht [13].

Beim Redox-Cycling sind zwei Parameter zu beachten: der Abstand der beiden Elektroden (h) und die Diffusionszeit von einer Elektrode zur anderen mit ihrer entsprechenden Diffusionskonstante (D). Aus diesen Parametern ergibt sich eine eindimensionale Diffusionsgleichung für die Durchschnittszeit T_s , die ein Molekül benötigt, um von einer Elektrode zur anderen zu gelangen:

$$T_s = h^2 / 2 \cdot D$$

Die Ladungszone zwischen den beiden Elektroden wird durch den Stromfluss zwischen den Elektroden bestimmt [13]. Der Stromfluss I_{cycl} ist proportional zur Konzentration der zu ermittelnden Moleküle [29]. Für die Ladungszone ist die Anzahl der Elementarladungen e_0 entscheidend. Aus Experimenten ergibt sich der folgende Zusammenhang:

$$I_{cycl} = n \cdot e_0 / 2 \cdot T_s = n \cdot e_0 \cdot D / h^2$$

Ein Abfall der Stromstärke zwischen den Elektroden steht in Zusammenhang mit der Geometrie des umgebenden Raumes. So sind der Abstand der beiden Elektroden, die Zugänglichkeit zu den Elektroden und die Geometrie ausschlaggebend, um Aussagen über den Wirkungsgrad des

Gesamtsystems zu treffen. Entscheidend ist der Zugang der umgebenden Masse in den Diffusionsraum. Je leichter die Masse in den Zwischenraum diffundieren kann, desto schneller können Konzentrationsschwankungen des Analyse-moleküls erfasst werden. Je besser der Zugang ist, desto öfter werden die Moleküle zwischen den Elektroden ausgetauscht. Dabei bleibt aber die Gesamtanzahl der Redox-Zyklen gleich, die einzelnen Moleküle führen aber geringere Anzahl an Redox-Zyklen durch.

Die mehrfachen Redox-Zyklus-Reaktionen einzelner Moleküle sind in manchen Fällen allerdings erwünscht. Zum Beispiel, wenn Dopamin in Gegenwart von Ascorbinsäure genauer untersucht werden soll, denn Dopamin führt mehrfach Redox-Reaktionen durch, Ascorbinsäure jedoch nicht [13].

Beim Redox-Cycling wird zwischen der Off-Chip und der On-Chip-Technik unterschieden. Dabei basiert die On-Chip-Technik auf der Off-Chip-Technik. Sie wurde während der 1980iger Jahre erstmalig genauer untersucht [13].

Die **Off-Chip-Technik** arbeitet mit einer oder mehreren Arbeitselektroden, die einzeln in das Zielgebiet eingeführt werden. Ein Beispiel ist die Scanning Electrochemical Microscopy (SECM). Sie benötigt lediglich eine Mikroelektrode. Die Redox-Zyklus-Reaktionen finden hier zwischen der Elektroden spitze und dem Substrat der

Umgebung statt. Mit dieser Methode können Flächen auf ihre Topographie und chemische Reaktivität untersucht und somit ihre Oberflächenstruktur aufgezeichnet werden [13].

Die **On-Chip-Techniken** arbeiten gewöhnlich mit zwei Elektroden, die wie oben aufgeführt mit unterschiedlichen Spannungen angesteuert werden. Die Elektroden befinden sich im Gegensatz zur Off-Chip-Technik auf einem sogenannten Chip als gemeinsames System.

Eine Technik, die heute oft für On-Chip-Sensoren genutzt wird, ist der Interdigitated Array Sensor (IDA). Dieser Sensor besteht aus zwei in einer Ebene liegenden Elektroden mit einer kammartigen Form. Die Elektroden greifen ineinander und sind zu diesem Zweck aus einem nichtreaktiven Metall aufgebaut mit einem sehr kleinen Abstand zueinander, der im Nano- bis Mikrometerbereich liegt (Abb. 39) [13].

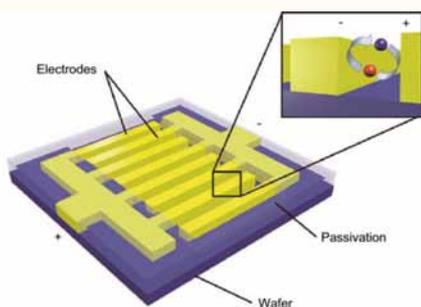


Abb. 39: Interdigitated Array Sensor, bei dem die beiden Elektroden mit unterschiedlichen Spannungen polarisiert werden, sodass zwischen den Elektroden das Redox-Cycling stattfinden kann [13]

Interdigitated Array-Sensoren und das Redox-Cycling werden sowohl bei amperometrischen Techniken als auch bei der Zyklischen Voltammetrie verwendet. Bei den amperometrischen Techniken werden die beiden Arbeitselektroden mit unterschiedlichen Spannungen über und unter dem Redoxpotential polarisiert, um das Redox-Cycling zwischen den Elektroden zu ermöglichen. Der Stromfluss zwischen den Elektroden wird gemessen und ausgewertet. Damit sind Aussagen über die Stoffkonzentrationen im Zwischenraum möglich. Bei der Zyklischen Voltammetrie bleibt eine Elektrode auf einem Potential über oder unter dem Redoxpotential polarisiert, während die andere zwischen einem oxidierenden und reduzierenden Potential wechselt. Die Messung wird an der konstant bleibenden

Elektrode durchgeführt und in Voltammogrammen aufgezeichnet. Die Voltammogramme sind durch das Pendeln der reaktiven Moleküle zwischen den Elektroden eingeschränkt, jedoch nicht durch die Diffusion der Moleküle aus der Elektrodenumgebung, wie es bei den meisten anderen On-Chip-Techniken der Fall ist.

Die Verwendung des Interdigitated Array Sensors in Kombination mit dem Redox-Cycling wird durch den zeitlichen Aspekt der einzelnen Redox-Reaktionen, den Elektrodenabstand und die Elektrodenart beeinflusst. Durch den Einsatz von Nanoelektroden wären Messungen mit höherer Sensitivität möglich, jedoch korreliert dies mit einer komplexeren Produktion und schlechteren Stabilitäten der kleineren Strukturen. Durch eine Abstandverkleinerung der Elektroden auf 30 nm oder durch eine Verringerung der Abstände zwischen den Elektrodenkämmen auf 4 nm, kann eine Leistungsverbesserung aufgezeichnet werden [13].

Eine weitere Anwendung des On-Chip-Redox-Cycling ist der Pore-Based Approach. Bei dieser Technik sind die Elektroden parallel zueinander und zum Chip ausgerichtet. Der Sensor besteht aus zwei oder mehreren Elektroden, die durch Isolationsschichten voneinander getrennt sind (Abb. 40). Die Isolationsschichten sind von geringer Dicke, wodurch der Elektrodenabstand klein gehalten werden kann und größere Verstärkungen, trotz der kleineren Elektrodenoberfläche, zustande kommen. Durch die Isolationsschicht wird eine individuelle Polarisierung der einzelnen Elektroden ermöglicht. Das Diffundieren der Moleküle zwischen die Elektroden-schichten erfolgt mithilfe von Porenöffnungen, deren Durchmesser in der Regel zwischen 330 nm und 650 nm liegt [13].

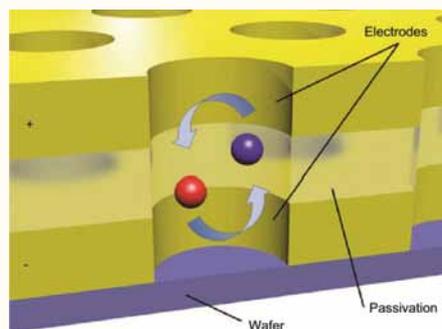


Abb. 40: Pore-Based Redox-Cycling-Sensor mit zwei Elektroden auf einem Wafer und einer Isolierschicht [13]

Eine weitere On-Chip-Technik ist die Nanocavity Device-Technik, bei der im Vergleich zu den anderen Redox-Cycling-Verfahren die verwendeten Sensoren die kleinsten Abmessungen aufweisen. Der einzelne Sensor enthält eine seitlich ausgerichtete Knopfelektrode mit 1 µm Durchmesser. Bei der Herstellung des Sensors wird zunächst eine Elektrode auf der Waferoberfläche platziert und eine Chromschicht aufgetragen. Anschließend wird eine zweite Elektrode aufgebracht und schließlich eine Isolierschicht, zum Beispiel aus $\text{SiO}_2/\text{Si}_3\text{N}_4$. Nun wird eine kleine Öffnung in die Isolierungsschicht geätzt, um einen Flüssigkeitszugang zur Chromschicht zu ermöglichen. Diese Schicht wird durch anisotropes Ätzen entfernt, um eine Lücke als Abstand zwischen den beiden Elektroden herzustellen. Der interne Elektrodenabstand wird durch die Dicke der entfernten Schicht definiert. Im Einsatz werden die Elektroden individuell für das Redox-Cycling polarisiert. Das Diffundieren der Moleküle in den Zwischenraum geschieht durch die Öffnung in der Isolierschicht, die durch das Entfernen der Chromschicht entstanden ist (Abb. 41).

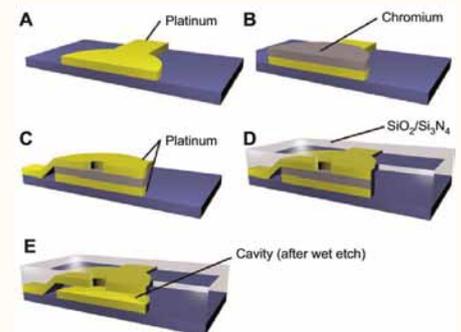


Abb. 41: Herstellungsprozess eines Nanocavity Redox-Cycling-Sensors durch Aufbringen der ersten Elektrode (A), der Chromschicht (B), der zweiten Elektrode (C) und der Isolierschicht nach der anisotropen Ätzung (D); der fertige Sensor liegt nach Entfernen der Chromschicht (E) vor [13]

Mit der Nanocavity Device-Technik können unter Anwendung von hohen Signalverstärkungen, geringsten Elektrodenabständen und großen Redox-Cycling-Oberflächenmessungen von einzelnen Molekülen durchgeführt werden. Dabei trägt jedes Molekül etwa 78 fA zum Gesamtstromfluss bei [13].

3.3 Mikrodialyse

Die Mikrodialyse, erstmals vor mehr als 30 Jahren entwickelt, unterscheidet sich stark

von den elektrochemischen Techniken, da hier Proben entnommen und ex vivo analysiert werden. Sie ermöglicht lokale Untersuchungen von Stoffkonzentrationen in den unterschiedlichsten Geweben. Neurochemische Analysen von Neurotransmittern, aber auch von Stoffwechselprodukten, Biomarkern sowie Chemotherapie-Medikamenten können durchgeführt werden. Das zerebrale Mikrodialysesystem besteht aus einem stereotaktischen Apparat, einer Messsonde, einer Pumpe und Phiolen, in denen das Perfusat gesammelt wird. Für bestimmte Anwendungen wurden bereits tragbare Pumpen zur fort dauernden Anwendung entwickelt, mit denen sich die Patienten frei bewegen können. Außerdem wird das System entweder an einen automatischen Analysator oder an eine Online-Analyse angeschlossen. Durch eine Führungskanüle wird eine dünne Dialyse-sonde in das relevante Gewebe eingeführt und mit physiologischer Flüssigkeit durchspült. Die Sondenspitze besteht aus einer semipermeablen Dialysemembran, über die dem Gewebe kontinuierlich Stoffe entzogen oder zugeführt werden können (Abb. 42). In normalem Hirngewebe ist diese Membran circa 10 mm lang. Die Flüssigkeit fließt mit einer geringen Fließgeschwindigkeit von 1 µl/min bis 10 µl/min durch die Sonde. Das Perfusat hat eine bestimmte Zusammensetzung, die der Umgebung der Sonde ähneln muss. Meist handelt es sich dabei um künstliche Hirn-Rückenmarksflüssigkeit oder eine Ringer-Lösung. Sind

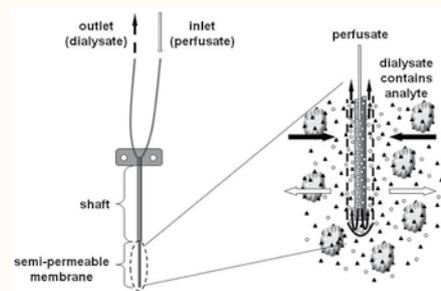


Abb. 42: Mikrodialysesonde [30]

Moleküle der Extrazellulären Flüssigkeit nicht im Perfusat vorhanden, entsteht ein Konzentrationsgradient zwischen Interstitium und Sonde. Aufgrund dessen diffundieren sie durch die Membran und werden im Anschluss in das Analysensystem geleitet. Wenn nötig, können Stoffe außerdem mit dem selben Mechanismus im Gewebe freigesetzt werden. Die Porengröße der Membran liegt gewöhnlich im Bereich von 6 kDa bis 100 kDa. Da Zellen und Makromoleküle diese Membranen nicht durchdringen können, muss vor der Analyse der Proben keine Zentrifugation oder Proteinabscheidung durchgeführt werden.

In festgelegten Intervallen werden so Proben entnommen und ex vivo mit verschiedenen chemischen Analysen untersucht. Bei der Offline-Analyse werden die Proben in Phiolen gefüllt und mit einer zeitlichen Auflösung von fünf Minuten bis zehn Minuten ausgewertet. Die Online-Analyse besitzt demgegenüber einige Vorteile. Sie basiert auf analytischen Abscheidungsmethoden

und liefert daher unmittelbare Rückmeldungen über den Behandlungserfolg parallel zur Durchführung. Die zeitliche Auflösung liegt hier unter einer Minute, was Probleme beim Flüssigkeitstransport sowie der Aufbewahrung verhindert. Zusätzlich reichen bereits Proben im Nanoliterbereich aus, um ein zufriedenstellendes Ergebnis zu erzielen. Da das Dialysat kaum der Luft ausgesetzt wird, wird der Abbau von instabilen Substanzen verhindert. Somit sind die Probenvorbereitungen weniger umfangreich und eine automatisierte Analyse unkomplizierter. Insgesamt liefert die Online-Auswertung eine größere Informationsausbeute für eine bessere Vergleichbarkeit der Messungen [31].

Soll eine quantitative Bestimmung erzielt werden, muss das Messsystem kalibriert werden. Da die Sonde ständig mit Perfusat durchspült wird, stellt sich an der Membran nie ein Gleichgewicht ein. Aufgrund dessen wird das Verhältnis (RR) zwischen der Konzentration im Dialysat (Cd) und der extrazellulären Flüssigkeit (Ce) bestimmt und in der Regel in Prozent angegeben.

Lesen Sie weiter unter womag-online.de

WOMag-online-Abonnenten steht der gesamte Beitrag zum Download zur Verfügung. Im weiteren werden in-vivo-Anwendungen der dargestellten Technologien beschrieben.

Der Gesamtumfang des Beitrags beträgt etwa 5,2 Seiten mit 5 Abbildungen.



www.steinbeis.de/su/1877



**Steinbeis-Transferzentrum
Oberflächen- und
Beschichtungstechnik**

Dienstleistungsangebot

- Beratung
- Schulung, Weiterbildung
- Beschichtungen mit Plasma-, Dünnschichttechnik
- Angewandte Forschung und Entwicklung

Schwerpunktt Themen

- Maßgeschneiderte Oberflächen
- Oberflächentechnologien für Medizintechnik
- Plasma-, Dünnschichttechnik

Projektbeispiele

- Ultradünne hochspannungsfeste Schichten
- Diffusionsbarrieren für Wasserdampf
- Korrosionsfeste Beschichtungen für Schwimmbadpumpen in Salzwasser-Umgebung
- Langzeitstabile Oberflächen-Funktionalisierungen

Steinbeis-Transferzentrum Oberflächen- und Beschichtungstechnik

Olgastr. 5 | 78628 Rottweil
Prof. Dr. Volker Bucher | volker.bucher@stw.de

Additive Manufacturing in der Medizin- und Zahntechnik

Prozess- und Qualitätskontrolle sowie Risikomanagement im Fokus

Ob in der Orthopädie, Implantologie oder Zahntechnik – durch die hohe Konstruktions- und Herstellungsfreiheit ermöglicht Additive Manufacturing (AM) beziehungsweise der industrielle 3D-Druck die Fertigung patientenindividueller Produkte. Kein Wunder daher, dass die Medizin- und Zahntechnik zu den Bereichen gehören, in denen sich AM bereits auf breiter Ebene etabliert haben. Aspekte, die dabei nun verstärkt in den Fokus rücken, sind die Prozess- und Qualitätskontrolle, Zulassung sowie Risikomanagement. Diesen Themen widmen sich die Fachforen *Medizintechnik* und *Zahntechnik* der 13. Rapid.Tech. Die internationale Fachmesse & Konferenz für Additive Manufacturing findet vom 14. bis 16. Juni 2016 in Erfurt statt.



Der Körper jedes Menschen ist ein Unikat. Entsprechend hoch sind die Anforderungen, wenn es um eine patientenindividuelle implantologische, orthopädietechnische oder zahnmedizinische Versorgung geht. Erforderlich sind optimal angepasste, kosteneffizient herstellbare und schnell verfügbare Einzelprodukte oder Kleinserien, die hinsichtlich Material und Verarbeitung höchste Qualitätsansprüche erfüllen. Forderungen, die zur breiten Etablierung von Additive Manufacturing in der Medizin- und Zahntechnik beigetragen haben.

In den letzten Jahren haben sich die verschiedenen Verfahren des industriellen 3D-Drucks für die Herstellung von Implantaten nach den Worten von Ralf Schumacher, Leiter Labor Medical Additive Manufacturing an der Fachhochschule Nordwestschweiz, stark durchgesetzt. Jetzt würden zunehmend Themen wie Risikomanagement, Prozess- und Qualitätskontrolle diskutiert. Ralf Schumacher ist verantwortlich für das Fachforum *Medizintechnik* am 15. Juni bei der diesjährigen Rapid.Tech. So beschäftigt sich ein Vortrag mit den rund 200 Risiken, beispielsweise Wiederholgenauigkeit und Verunreinigungen entlang der Prozesskette, die bei der Fertigung von metallischen Implantaten im Laserschmelzverfahren zu managen sind. Es wird beschrieben, wie Gegenmaßnahmen abgeleitet und ein Qualitätssicherungsprozess abgebildet werden können.

Möglichkeiten für die Reinigung und mechanische Prüfung von Gitterstrukturen aus Titan werden in einem weiteren

Referat aufgezeigt. Der Einfluss der strukturellen Ausrichtung auf die mechanischen Eigenschaften offenerporiger, selektiv Laser geschmolzener Strukturen aus der Titanlegierung TiAl6V4, die beispielsweise als Knochenersatz zum Einsatz kommen, wird ebenfalls thematisiert.

Ebenso vorgestellt werden im Medizintechnik-Forum die Resultate und Perspektiven für die Entwicklung von patientenspezifischen Orbitabodenimplantaten mithilfe des industriellen 3D-Drucks. Darüber hinaus bietet das Forum mit Vorträgen zur additiven Fertigung kundenspezifischer Optiken und parametrisierbarer Fußkonstruktionen für Prothesen Einblicke in neue Anwendungen. Der Erfahrungsbericht eines auf additiv gefertigte Serienimplantate und Sonderversorgungen aus Titan und Edelstahl sowie auf chirurgische Instrumente und passgenaue Prothesen spezialisierten Unternehmens rundet die Agenda ab.

Innovationen für optimierte Qualität in der Zahntechnik

In der Zahntechnik sind die meisten Prozesse bereits digitalisiert. Eine Herausforderung stellt jedoch nach wie vor die Qualitätskontrolle dar, erklärt Antonius Köster, Geschäftsführer der Antonius Köster GmbH & Co. KG und Programmverantwortlicher des Rapid.Tech Fachforums *Zahntechnik* am 16. Juni. Dieses Thema bildet daher auch einen Schwerpunkt.

Zu den Höhepunkten dabei dürfte die Vorstellung eines Prototyps des in einem geförderten Forschungsprojekt entwickelten HybridDentCT zählen. Der innovative Hybrid-Computertomograph kombiniert die optische und CT-Scantechnologie in einem Gerät und führt die Messdaten zusammen. Er ermöglicht dadurch erstmals die vollständige, zerstörungsfreie Überprüfung von CAD/CAM-gefertigtem Zahnersatz; nicht nur die objektive, automatisierte Kontrolle auf Maßhaltigkeit, sondern auch die Prüfung auf Lunker, Risse und Materialfehler

im Innern der Objekte. Bisher gab es keine Prüfmethode, die dem Gestaltungsgrad der additiven und kombinierten Fertigung von Zahnersatz gerecht wurde.

Erstmals präsentiert wird auch die neue Metall-Druck-Technologie des israelischen Unternehmens XJET. Sie ermöglicht den hochflösenden 3D-Druck von Metallbauteilen mittels speziellem Tintenstrahl-druckverfahren, das auch das Potenzial für die Verarbeitung von weiteren Werkstoffen, wie zum Beispiel Keramik, bietet.

Mit der Qualitätssicherung und -kontrolle beim Laserschmelzen in der Zahntechnik beschäftigt sich ein Vortrag. Aspekte, die dabei beleuchtet werden, sind unter anderem die Pulverqualität, Körnigkeit, die eingebrachte Energie und die Prozesstemperatur. CAD/CAM und Additive Manufacturing – die neuen Verfahren und Prozesse erfordern entsprechend qualifizierte Fachkräfte. An der Kölner Hochschule wird deshalb der neue Bildungsgang *Additive Fertigung und CAD/CAM-Prozesse* eingerichtet.

Wie sich eine klassische zahntechnische Aufgabenstellung – die Herstellung einer Vollprothese – durch einen innovativen Prozess optimieren lässt, zeigt das Fachforum ebenfalls auf. Zahnärztliche Arbeitsschritte und laborseitige Prozesse verschmelzen dabei in einem digitalen Workflow, der für höhere Produktivität, Reproduzierbarkeit und Wirtschaftlichkeit sorgt. Ein Überblick über Prozesse und Werkstoffe sowie das, was sich daraus heute alles fertigen lässt, steht ebenso auf dem Programm.



Nach Einschätzung von Wieland Kniffka, Geschäftsführer der Messe Erfurt, gibt es wohl kaum eine andere Technologie, die sich so rasant entwickelt und ausbreitet wie Additive Manufacturing. Um diesen Fortschritt optimal abbilden zu können, wurde das Kongressprogramm der Rapid.Tech um die Fachforen *3D Metal Printing*, *Additive Lohnfertigung*, *Elektronik* und

Automobilindustrie ergänzt. Einen Beitrag dazu leiste auch die auf drei Tage verlängerte Dauer der Veranstaltung. Das vollständige Kongressprogramm ist unter www.rapidtech.de abrufbar. Alle Vorträge werden simultan (Deutsch<>Englisch) übersetzt.

Durch ihre einzigartige Kombination von Fachkongress und Fachmesse zählt die

Erfurter Rapid.Tech international zu den renommiertesten Veranstaltungen im Bereich des Additive Manufacturing.

Parallel wird zum vierten Mal die 3D-Druck-Messe Deutschland für semiprofessionelle Anwender und Prosumer FabCon 3.D veranstaltet. D. Schulz

➔ www.rapidtech.de

Künstliche Muskeln aus dem Sprayer

Neues Herstellungsverfahren für elektroaktive Polymere

Forscher der Empa und der Universität Basel und haben eine neue Elektrospray-Methode entwickelt, mit der sich künstliche Muskeln aus nanometer-dünnen Silikon-schichten herstellen lassen. Da derartige Muskeln bereits mit niedriger Spannung funktionieren, könnten sie künftig im medizinischen Bereich zur Behandlung von Inkontinenz eingesetzt werden.

Elastische Kunststoffe, die elektrische Energie in mechanische Arbeit umwandeln – so genannte elektroaktive Polymere (EAP) –, haben zahlreiche Einsatzmöglichkeiten: Sie reichen vom Antrieb von Scheibenwischern über Schallerzeugung bis hin zu Linsensystemen für Kameras. Derartige stufenlos fokussierbare Linsen hat beispielsweise Optotune, ein Spin-off der ETH Zürich und der Empa, bereits erfolgreich auf den Markt gebracht. Das Prinzip bleibt immer gleich: Der Kunststoff wird mit zwei Elektroden versehen, die ein elektrisches Feld erzeugen. Stehen sie unter Spannung, dehnt sich das Material aus, wird die Spannung entfernt, zieht es sich wieder zusammen. Forscher der Universität Basel und der Empa haben nun im Projekt *SmartSphincter* im Rahmen

des Schweizer Forschungsprogramms Nano-Tera künstliche Muskeln zur Inkontinenzbehandlung entwickelt.

Um effektiv zu funktionieren, benötigen mikrometer-dicke Silikonlagen eine Spannung von mehreren hundert Volt; für künstliche Muskeln im menschlichen Körper ist das deutlich zu hoch. Nanometer-dünne Schichten brauchen dagegen nur wenige Volt. Da die resultierende Kraft für diese Dünnschichten klein ist, muss man tausende Lagen übereinanderschichten, um eine genügend große Kraft zu erzeugen.

Beschichtung per Elektrospray

Mit herkömmlichen Herstellungsmethoden ließen sich solche Sandwichstrukturen jedoch nicht fertigen. Das Team um Bert Müller vom *Biomaterials Science Center* der Universität Basel entwickelte gemeinsam mit Florian Weiss und Gabor Kovacs von der Empa-Abteilung *Mechanical Systems Engineering* ein Verfahren, das es ermöglicht, Silikon-schichten anzufertigen, die deutlich dünner sind als ein Mikrometer. Zudem sind sie extrem glatt mit einer Oberflächenrauheit unter einem Nanometer.

Im Empa-Labor wurden Silikonmoleküle in Lösung mithilfe von Hochspannung zerstäubt; dies ist als Elektrospray-Technologie bekannt. Normalerweise funktioniert Elektrospraying mit Gleichstrom. Für die Entwicklung von künstlichen Muskeln experimentieren die Empa-Wissenschaftler mit Wechselstrom. Die daraus gewonnenen Schichten lassen sich tausendfach aufeinander-geschichtet zu künstlichen Muskeln verarbeiten, die bereits bei einer Spannung von lediglich 40 Volt funktionieren. Das entspricht in etwa der Spannung einer Knopfzellenbatterie. Die Forscher hoffen, dass die Technologie bald für ein Implantat zur Behandlung von Inkontinenz eingesetzt werden kann.

Diese vergleichsweise simple und für die industrielle Fertigung bestens geeignete Methode birgt ein enormes Potenzial für die Herstellung von künstlichen Muskeln, wie man sie beispielsweise für den Antrieb von Scheibenwischern einsetzen könnte. Gabor Kovacs arbeitet denn auch in einem anderen Spin-off der Empa namens *Compliant Transducer Systems* an künstlichen Muskeln, die in großer Zahl hergestellt werden können. Kovacs' Ziel sind Polymeraktoren im Low-cost-Bereich, die in Millionenstückzahl fabriziert werden können; etwa für den Einsatz in Autos, wo sie diverse Klappen, Spiegel und Lampen bewegen oder für die industrielle Automation, um Greifer, Schalter und Ventile anzutreiben.

Martina Peter

Weitere Informationen

Dr. Gabor Kovacs
Empa, Mechanical Systems Engineering
E-Mail: gabor.kovacs@empa.ch

Prof. Dr. Bert Müller
Universität Basel, Biomaterials Science Center
E-Mail: bert.mueller@unibas.ch

➔ www.empa.ch



Für die Entwicklung von künstlichen Muskeln experimentieren die Empa-Wissenschaftler mit Wechselstrom
Bild: Empa

Qualitätsvergleich von Korrosionsprüfungen

Von Dr. Wolfgang Kießling und Norbert Distelrath, Nürnberg

Untersuchungen im Sinne von Ringversuchen zeigen, dass eine Qualität bei Korrosionsprüfungen über die Funktionsprüfung definiert und verglichen werden kann. Die Auswertung auf der Basis großer Datenmengen ergibt robuste Kenngrößen, wie Mittelwert \bar{X} , Wiederholbarkeit S_r und Vergleichsstandardabweichung S_R , welche die Leistungsfähigkeit eines Verfahrens beschreiben können. Der Mittelwert und die aus der Vergleichsstandardabweichung errechneten Toleranzgrenzen sind gegenüber der Norm zu etwas höheren Abtragswerten verschoben. Die Qualität individueller Ergebnisse (Labormittelwerte) kann anhand von z-Werten oder z-scores mit Adjektiven wie schlecht (= unzureichend, fraglich), gut (oder zufriedenstellend) oder ausgezeichnet eingestuft werden. Zu starke Streuungen innerhalb einer Kammer (räumliche Inhomogenität) lassen sich statistisch analog Cochran-Ausreißern bewertet und belegen damit eine vertrauensschaffende Bewertung der Leistungsfähigkeit von Laboratorien. Trotzdem ist noch ein deutlicher Verbesserungsbedarf bei der Durchführung des Prüfverfahrens festzustellen.

Comparing the Quality of Corrosion Tests

Corrosion studies using a Round-Robin approach demonstrate that Quality in such corrosion tests can be defined, and comparisons made, over and above functional testing. Evaluations based on large datasets allow a robust extraction of parameters such as Mean Value \bar{X} , Reproducibility S_r and Mean Standard Deviation, S_R , all of which can be used to describe the performance of a given process. The Mean Value and Tolerance Limits, derived from Mean Standard Deviation are shifted to somewhat higher loss rates compared with those of the Norm. The quality of individual results (Laboratory Mean Values) can be ranked in terms of Z-values or Z-scores to which subjective terms can be assigned, such as bad (= inadequate or questionable), good (or satisfactory) or excellent. Data with too great a scatter within a chamber (spatial inhomogeneity) can be statistically assessed as is done with Cochran outliers, thereby providing a trustworthy means of assessing the performance of a given laboratory. Even so, it is clear there is a need for significant improvement in the implementation of test processes.

1 Einleitung

Korrosionsprüfungen dienen dazu, einen Korrosionsschutz, in der Regel in sehr zeitgeraffter Form, abzuschätzen. Außerdem sollen Korrosionsprüfungen dazu dienen, Fehlstellen schnell zu erkennen (z. B. bei kathodischen metallischen Überzügen). Dabei müssen die Parameter der Prüfung in relativ engen Grenzen festgelegt sein, damit die Prüfung reproduzierbar ist und die in verschiedenen Geräten erhaltenen Ergebnisse vergleichbar sind. Eine wichtige Voraussetzung dafür ist die Sicherung der Messgeräte- beziehungsweise der Messprozessfähigkeit, die in einigen Prüfnormen anhand der Bestimmung des Korrosionsabtrags nach festgelegten Zeiten (Funktionsprüfung) ermittelt wird.

Am Beispiel der sehr weit verbreiteten Salzsprühnebelprüfung wird die Auswertung der Daten, die bei TÜV Rheinland durch die externe Überwachung von zahlreichen Beschichtern und ihrer Abnehmer anfallen, analog eines Ringversuchs beschrieben. Damit ist es nicht nur möglich, die normgerechte Durchführung der Prüfung extern bestätigen zu lassen (Eignungsprüfung), sondern auch die eigene Leistungsfähigkeit (Qualität) mit einer Vielzahl von Teilnehmern anhand der Ringversuchskennzahlen zu vergleichen und einzustufen. Seit 1996 werden regelmäßig solche externen

Funktionsprüfungen durchgeführt, über die in [1] bereits berichtet wurde. Die vorliegende Arbeit stellt eine Fortführung dieser Untersuchungen dar.

2 Definition von Qualität

Nach der Qualitätsmanagement-Norm DIN EN ISO 9000 [2] ist die Qualität definiert als der Grad, in dem ein Satz inhärenter Merkmale Anforderungen erfüllt. Die Benennung Qualität kann zusammen mit Adjektiven wie schlecht, gut oder ausgezeichnet verwendet werden. Unter inhärent ist im Gegensatz zu zugeordnet in diesem Zusammenhang einer Einheit innewohnend zu verstehen, insbesondere als ständiges Merkmal. Inhärente Merkmale sind demnach Merkmale, die einem Produkt, Prozess oder System innewohnen und somit die Beschaffenheit ausmachen. Beispiele dafür sind Maße, das Gewicht eines Produkts oder auch die Spezifikation eines Prozesses. Letzteres kann natürlich beliebig komplex sein. Beispiele für zugeordnete Merkmale sind Prozesskosten und der Preis eines Produkts.

3 Merkmale und Anforderungen bei Korrosionsprüfungen

Zunächst ist festzulegen, von welchen Merkmalen und Anforderungen bei Korrosionsprüfungen gesprochen wird.

Merkmale können optischer Natur sein, wie zum Beispiel die Fehlerfläche der Korrosion, Blasen, Verfärbung, Oxidationsprodukte, wie beispielsweise Weißkorrosion von zinkhaltigen Überzügen. Aber auch funktionelle Merkmale von Bauteilen, wie zum Beispiel der Kontaktwiderstand bei elektronischen Bauteilen, dürfen durch die Korrosionsprüfung nicht beeinträchtigt werden.

Als Anforderungen – das Einhalten von Merkmalen nach der Korrosionsprüfung – gelten die Art des Prüfverfahrens (z. B. Salzsprühnebelprüfungen, Kondenswasserprüfungen), die Prüfdauer und die Art der Bewertung. Wichtig für den Vergleich von Messergebnissen untereinander oder mit Referenzwerten ist, dass die Ergebnisse quantitativ vorliegen. Des Weiteren ist für einen Vergleich wichtig, dass die Messergebnisse unter Berücksichtigung aller Anforderungen der Messwerterfassung und dem Anwenden entsprechender Statistik ermittelt werden. Dann ist es möglich, Messergebnisse mit Vertrauensgrenzen allgemein in folgender Form anzugeben:

$$W = \bar{X} \pm t \cdot s/\sqrt{n} \quad <1>$$

mit:

W – Vertrauensgrenze

X – Mittelwert

t – Student t-Faktor

s – Standardabweichung

n – Anzahl der Einzelmesswerte

Der Faktor $t \cdot s/\sqrt{n}$ stellt die Messunsicherheit eines Ergebnisses dar.

Zu klären ist auch die Art der zu betrachtenden Korrosionsprüfungen. Die Klassifizierung von Korrosionsprüfungen anhand der Prüfdauer zeigt *Abbildung 1*. Im Wesentlichen handelt es sich hierbei um drei Klassen – Langzeitprüfung (1 bis zehn Jahre), Kurzzeitprüfung (24 bis 4200 Stunden) und Schnellprüfung (1 bis drei Stunden) – und ihre weitere Gruppierung nach den Expositionsbedingungen. Die Ergebnisse der verschiedenen Prüfungen sind untereinander nicht vergleichbar.

4 Sicherung der Messgeräte- und Messprozessfähigkeit

Eine weitere, unabdingbare Voraussetzung für einen Qualitätsvergleich, ist die Sicherung der Messgeräte- beziehungsweise der Messprozessfähigkeit. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird die Sicherung der Messgeräte- beziehungsweise Messprozessfähigkeit stellvertretend anhand der Funktionsprüfung der Salzsprühnebelprüfung nach DIN EN ISO 9227-NSS [3] beschrieben. Diese Korrosionsprüfung ist sehr weit verbreitet, weshalb auch eine große Datengrundlage vorliegt.

Die Funktionsprüfung erfolgt anhand der Bestimmung der Korrosivität in Form des Korrosionsabtrags von metallischen Gebrauchsnormalen. Der Korrosionsabtrag hat den Vorteil, dass es sich um einen wenig gestuften, quantitativen Parameter handelt. Durch die Verwendung von unbeschichteten metallischen

Gebrauchsnormalen erfolgt der Abtrag im Wesentlichen flächig, das heißt Schichtfehler gehen in die Korrosion nicht ein. Dies kommt dem Verfahren ebenfalls zugute.

Die Funktionsprüfung wird seit 1996 von der LGA Nürnberg (jetzt TÜV Rheinland) als externe Dienstleistung durchgeführt, daher liegt hier eine große Datengrundlage vor. Die externe Überwachung wird gerne im Rahmen von Qualitätsaudits als unabhängige Leistungsbestätigung (Eignungsprüfung) akzeptiert.

Die Bereitstellung der entfetteten und gewogenen Prüfnormale (vier Stück, CR4 nach ISO 3574 [4], in den Abmaßen fertig geliefert von einem definierten Hersteller, chargenweise Qualifizierung auf Wunsch mit Zertifikat) erfolgt einzeln luftdicht verpackt durch TÜV Rheinland. Eine Seite der Prüfnormale ist normgerecht mit einer Schutzfolie geschützt.

Anschließend werden die Prüfnormale in vier Quadranten der Prüfkammer des beauftragenden Labors der Korrosionsbeanspruchung unter den Bedingungen der Norm 48 Stunden lang ausgesetzt, danach gründlich mit Wasser bei Raumtemperatur gespült, sorgfältig getrocknet, in Folien luftdicht verpackt und wieder zurückgesandt.

Bei TÜV Rheinland werden dann die Schutzfolie und die Korrosionsprodukte mit inhiibierter Salzsäure entfernt, wie in ISO 8407 [5] beschrieben. Aus der Gewichts Differenz vor und nach der Korrosionsbeanspruchung wird der Korrosionsabtrag bestimmt. Die Prüfkammer arbeitet normgerecht, wenn sich der Korrosionsabtrag aller Prüfnormale innerhalb $70 \pm 20 \text{ g/m}^2$ befindet.

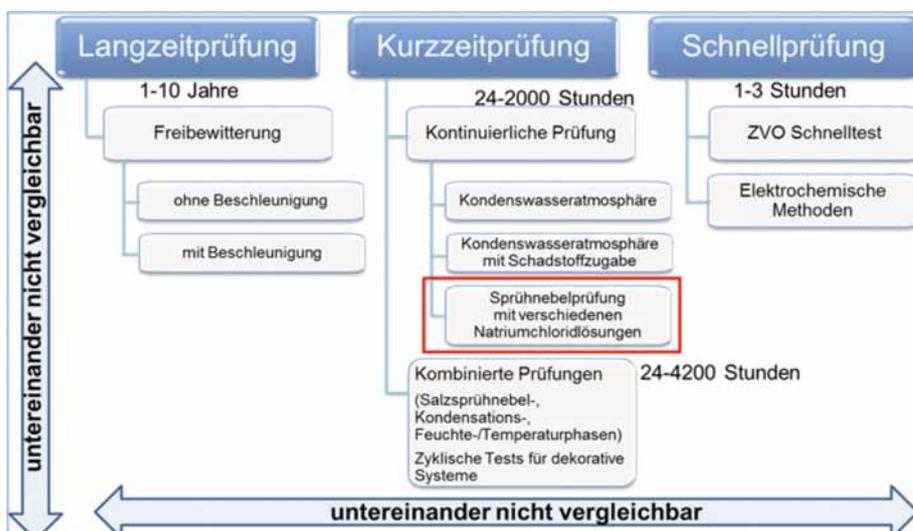
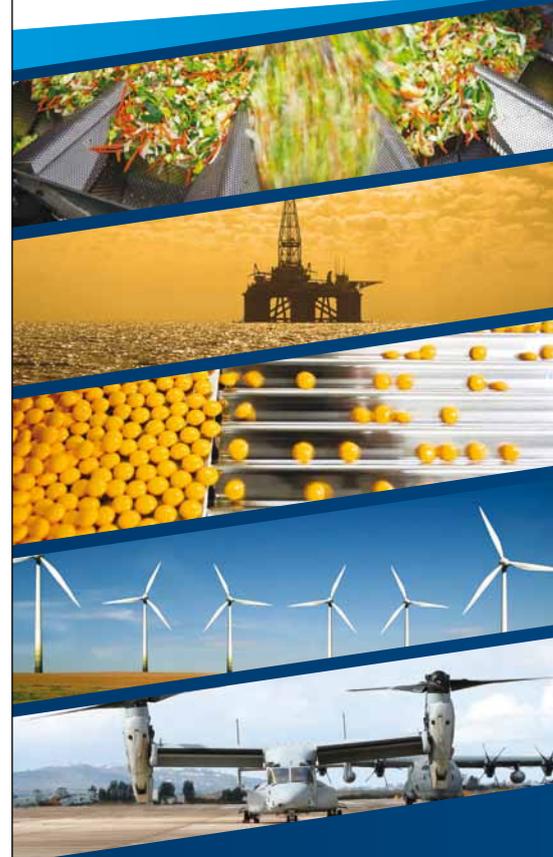


Abb. 1: Klassifizierung von Korrosionsprüfungen anhand der Prüfdauer

POETON

Coating Technology Worldwide



Apticote Coating solutions for wear, corrosion, heat and friction problems worldwide

Poeton are surface coating specialists in hard chrome, anodising, electroless nickel, polymers, plasma spraying and metal/polymer composites. We also offer design and R&D support to all major industrial sectors worldwide.

For more information call (+44) 1452 300 500 or sales@poeton.co.uk

Poeton Industries Ltd, Eastern Avenue, Gloucester, GL4 3DN England

www.poeton.co.uk
Precision surface engineering
excellence since 1898



5 Auswertung der Funktionsprüfung analog eines Ringversuchs

Die Toleranzgrenzen zur Salzsprühnebelprüfung wurden von einer Arbeitsgruppe zur ISO 9227 im Rahmen eines Ringversuchs erarbeitet; im Jahr 2005 wurde darüber berichtet [6]. Am Ringversuch waren 19 Teilnehmern beteiligt. Die Prüfungen wurden mit jeweils vier Parallelproben dreimal an verschiedenen Tagen wiederholt. Der Report erhält keine statistischen Ringversuchskennwerte. Anhand der grafischen Darstellung der Ergebnisse lässt sich bei dem NSS-Verfahren zumindest ein Mittelwert von 67 g/m^2 für den Korrosionsabtrag ablesen.

Ebenfalls von Ringversuchen mit bis zu zwölf unterschiedlichen Prüfkammern berichtet die American Society for Testing and Materials (ASTM) in ihrer Norm zur

Salzsprühnebelprüfung ASTM B117 [7]. Das in dieser Norm beschriebene Verfahren ist mit der DIN EN ISO 9227-NSS vergleichbar. Die Teilnehmer prüften an Gebrauchsnormalen von drei unterschiedlichen Chargen oder Bezugsquellen mit jeweils zwei Parallelproben und Prüfdauern von 48 bis 168 Stunden. Die Norm enthält auch Ringversuchskennwerte.

Die vorliegende Arbeit stellt die Auswertung analog eines Ringversuchs anhand der bei TÜV Rheinland angefallenen Datenmenge des Jahres 2014 vor. Die Berechnung und Auswertung erfolgte mit dem Programm ProLab Pro DEMO [8].

Abbildung 2 zeigt die nach Labormittelwerten aufsteigend angeordneten Ergebnisse von 153 nationalen und internationalen Teilnehmern (anhand von Zahlen anonymisiert). Mit **C** sind die Teilnehmer

gekennzeichnet, die nach dem Cochran-Test als Ausreißer identifiziert werden. Sie weisen eine zu hohe Streuung der vier Parallelmessungen auf. In dieser Darstellung fällt bereits auf, dass mit 23 Labormittelwerten eine deutlich höhere Anzahl von Ergebnissen über der oberen Toleranzgrenze liegt, im Gegensatz zu zwei Labormittelwerten, die unter der unteren Toleranzgrenze liegen.

Nach DIN EN ISO 9227-NSS müssen sich nicht die Labormittelwerte, sondern alle Einzelwerte innerhalb der Toleranz befinden. So erweitert sich die Anzahl der Labore, die nicht der Normvorgabe entsprechen, auf 43 mit mindestens einem Einzelwert über der oberen Toleranzgrenze und auf drei unter der unteren Toleranzgrenze. Somit lagen etwa 30 Prozent der in 2014 ausgewerteten Funktionsprüfungen außerhalb der Normvorgaben.

In Abbildung 3 sind die Labormittelwerte (Häufigkeitsdichte $h(x)$) als Histogramm dargestellt. Die Anzahl der Klassen k wurde nach der Faustregel $k = \sqrt{n}$ gewählt, wobei n die Anzahl der Teilnehmer ist.

Die Häufigkeiten nehmen nach links steiler ab als nach rechts, das heißt die Verteilung ist nicht symmetrisch, sondern schief, genauer: linkssteil oder rechtsschief. Somit handelt es sich bei der Verteilung der Abtragswerte eher um eine logarithmische Normalverteilung oder Weibullverteilung (grüne Kurve) als um eine symmetrische Normalverteilung.

Das Histogramm hat den Nachteil, dass die Wahl der Klassenanzahl beziehungsweise die Wahl der Bandbreite h nicht immer passend ist. Ist die Bandbreite zu klein oder zu groß, so kommt es zu Histogrammen, die die Dichte nur schlecht approximieren. Außerdem ist das Histogramm eine lokal konstante, nicht stetige Funktion, obwohl die Häufigkeitsdichte $h(x)$ meistens weder lokal konstant noch unstetig ist. Zumindest den zweiten Nachteil eliminiert der sogenannte Kerndichteschätzer. Eine solche Darstellung zeigt Abbildung 4.

Aufgrund dieser Darstellung liegt der Verdacht nahe, dass die Verteilung im Bereich höherer Abtragswerte noch von weiteren Verteilungsfunktionen überlagert wird.

Um Kennwerte analog eines Ringversuchs zu erhalten, wurden die Ergebnisse nach robusten Auswertemethoden nach DIN ISO 13528 [9] und DIN ISO 5725-5 [10] mit dem Programm ProLab Pro [8] berechnet. Die Auswertemethoden werden

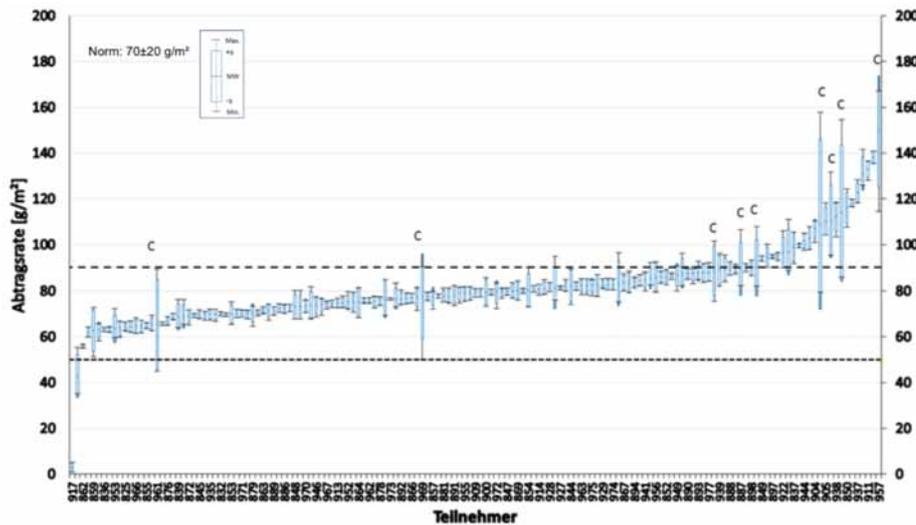


Abb. 2: Ergebnisse der Funktionsprüfung 2014 (Auswertung TÜV Rheinland) mit 153 Teilnehmern, aufsteigend nach Labormittelwerten

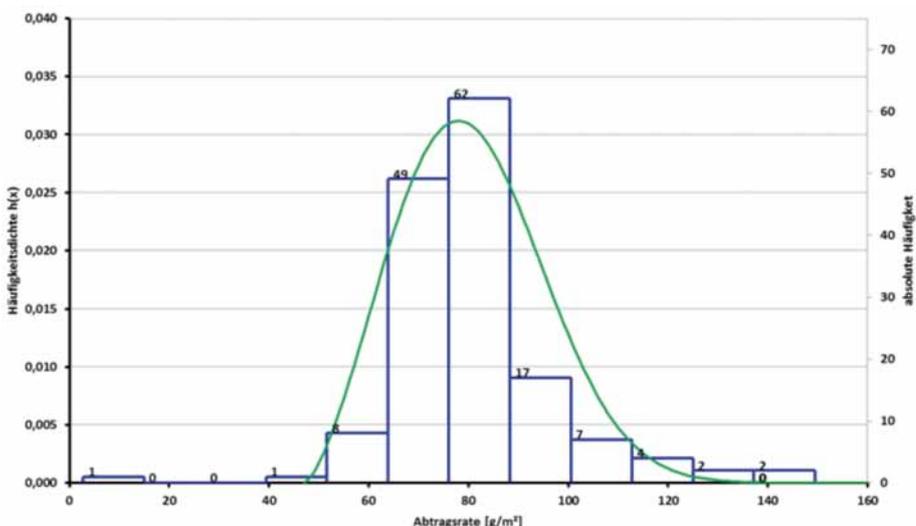


Abb. 3: Ergebnisse der Funktionsprüfung 2014, Histogramm der Labormittelwerte, Anzahl der Klassen $\sqrt{153} \approx 12$

deswegen als robust bezeichnet, weil errechnete Kennwerte, wie beispielsweise Mittelwert, Wiederhol- und Vergleichstandardabweichung, nicht von Ausreißerwerten beeinflusst werden. Eine Normalverteilung ist für diese Auswertemethoden nicht Voraussetzung.

Die Kenngrößen werden nach den folgenden (vereinfachten) Gleichungen berechnet:

Robuster Mittelwert X

$$X = \text{ISO 5725, Algorithmus A} \quad <2>$$

Wiederholstandardabweichung S_r

$$S_r = \text{ISO 5725, Algorithmus S} \quad <3>$$

Standardabweichung der Teilnehmermittelwerte S_D

$$S_D = \sqrt{S_D^2 - (S_r^2/n)} \quad <5>$$

$$S_D = \text{ISO 5725, Algorithmus A} \quad <4>$$

$$S_R = \sqrt{S_L^2 + S_r^2} \quad <6>$$

Standardabweichung zwischen den Teilnehmern (Labore) S_L

Vergleichstandardabweichung S_R für das Merkmalsniveau zur Eignungsbeurteilung z-Wert (z-score) zur Eignungsbeurteilung eines Teilnehmers (Labore) i

$$z_i = (x_i - X) / S_R \quad <7>$$

mit:

x_i – Mittelwert der Ergebnisse des Teilnehmers (Labore)

X – robuster Mittelwert nach Algorithmus A
Somit kann die Qualität der Ergebnisse (Lage der Labormittelwerte) anhand der z-Werte (Tab. 1) bewertet werden.

Abbildung 5 zeigt die aus den Abweichungen der Labormittelwerte zum Gesamtmittelwert im Verhältnis zur Vergleichstandardabweichung errechneten z-Werte. Bei

Tab. 1: Bewertung der z-Werte

Z-Werte		
$ z \leq 2$	o. K.	Ergebnis zufriedenstellend
$2 < z < 3$	Warnsignal	Ergebnis fraglich
$3 \leq z $	Eingriffsignal	Ergebnis unzureichend

vielen Ringversuchen werden Teilnehmer mit $|z| > 2$ als Ausreißer gewertet. Hier ist es immer ratsam, das angewandte Prüfverfahren zu überprüfen.

Werden die Ausreißer eliminiert und im Histogramm nur noch Teilnehmer mit z-Werten $|z| \leq 2$ dargestellt (Abb. 6), so ergibt sich immer noch eine leicht linkssteile oder rechtsschiefe Verteilung.

Die Toleranzgrenzen, berechnet aus der Normalverteilungskurve (rote Linie), sind bei einer Spannweite von ± 3 Sigma (99 % Wahrscheinlichkeit) gegenüber der Norm zu höheren Abtragswerten verschoben; die Spannweite der Toleranz gegenüber 40 g/m² (Norm) ist auf 50 g/m² erhöht.

Tabelle 2 enthält eine Gegenüberstellung von Kenngrößen, die aus Auswertungen von TÜV Rheinland der letzten drei Jahre und aus der ASTM [7] auf die Oberfläche

der Gebrauchsnormale errechneten Abtragswerte stammen. Dabei ähnelt sich die Charakteristik: Eine deutlich höhere Anzahl Ausreißer über der oberen Toleranzgrenze, als unter der unteren Toleranzgrenze; Mittelwerte zwischen 75 g/m² und 80 g/m², Wiederholstandardabweichungen zwischen 3 g/m² und 4 g/m² (ASTM [7] knapp 6 g/m²) und Vergleichstandardabweichungen um 10 g/m². Die Toleranzgrenzen bezogen auf die ± 2 -fache der Vergleichstandardabweichung liegen grob zwischen 55 g/m² und 100 g/m².

Lesen Sie weiter unter womag-online.de

WOMag-online-Abonnenten steht der gesamte Beitrag zum Download zur Verfügung. Im weiteren werden die Ergebnisse und insbesondere die Abweichungen der Ergebnisse der teilnehmenden Prüflabore genauer betrachtet und mögliche Ursachen dafür genannt. Die Resultate sollen dabei helfen, die Vergleichbarkeit der Korrosionsprüfung deutlich zu verbessern.

Der Gesamtumfang des Beitrags beträgt 6 Seiten mit 7 Abbildungen, 3 Tabellen und 10 Literaturhinweisen.

Tab. 2: Kennwerte von Auswertungen analog Ringversuchen 2011–2014 (TÜV Rheinland) und der ASTM [7] nach ISO 13528 bzw. ISO 5725-25 (Alg. A+S), berechnet mit [8]

Jahr der Auswertung		2012	2013	2014	ASTM [7]
Anzahl Teilnehmer	n	148	123	153	5-12
Werte zufriedenstellend ($ z \leq 2$)		129	115	136	---
Ausreißer obere Toleranzgrenze ($z > 2$)		14	6	14	---
Ausreißer untere Toleranzgrenze ($z < -2$)		5	2	3	---
Robuster Mittelwert [g/m ²]	X	78,5	76,4	79,5	77,0
Wiederholstandardabweichung [g/m ²]	S_r	3,75	3,06	3,39	5,70
Vergleichstandardabweichung [g/m ²]	S_R	10,47	9,30	11,55	9,77
Untere Toleranzgrenze [g/m ²]	$X - 2S_R$	58	58	56	57
Obere Toleranzgrenze [g/m ²]	$X + 2S_R$	99	95	103	97

PROZESSKÄLTE FÜR DIE OBERFLÄCHENTECHNIK

PRÄZISES TEMPERATUR-NIVEAU VERBESSERT DIE PROZESSE

Unsere Kompetenz

- Bäderrückkühlung
- Gleichrichterrückkühlung
- Badwärmetauscher
- Integration der Anlagen in den Prozess

Zahlreiche Unternehmen in der Galvanotechnik und in verwandten Prozessen nutzen Kälteanlagen von L&R – und sparen dadurch Kosten. Denn wir entwickeln und bauen hocheffiziente maßgeschneiderte Anlagen, die punktgenau Kälte liefern. Damit senken wir den Energieverbrauch und erhöhen die Produktivität Ihrer Anlagen.

MEHR ERFAHREN
SIE AUF DER
O&S
STUTTGART, 31.5.-2.6.'16
HALLE 9, STAND B28

L&R Kältetechnik GmbH & Co. KG
Hachener Straße 90a
59846 Sundern-Hachen (D)
Tel.: +49 2935 96614-0
info@lr-kaelte.de

L & R KÄLTETECHNIK
INNOVATIVE KÄLTETECHNIK

www.lr-kaelte.de



Nahinfrarotspektroskopie – Die Evolution im Prozessmonitoring der Elektrottauchlackierung

Von Sabrina Luckow-Markgraf, Deutsche Metrohm Prozessanalytik GmbH & Co. KG, Filderstadt

Die Elektrottauchlackierung zählt zu den effektivsten Lackierverfahren mit bestmöglicher Abdeckung des Substrats. Zur Aufrechterhaltung der guten Prozessparameter ist die Einhaltung der Lackzusammensetzung in engen Grenzen entscheidend. Mittels optimierter Prozesseinrichtungen auf Basis der Nahinfrarotspektroskopie bietet sich die Möglichkeit zum vollautomatischen und hochgenauen Prozessmonitoring, das bei den bestehenden Hochleistungsverfahren zur Beschichtung von Automobilen, Weißwaren, Anlagen oder Maschinen Grundvoraussetzung ist.

Near-Infrared Spectroscopy – Its Evolution in Process Monitoring of Electrocoat Painting

Electrocoat painting is one of the most effective of all painting processes, not least in ensuring that all areas of complex structures are uniformly coated. A key issue in maintaining such processes is ensuring that the paint composition is tightly maintained within narrow limits. Using optimally installed instrumentation based on near-infrared spectroscopy, fully automated and highly accurate control of this parameter can be achieved, as is the case in high-performance plants used for painting automobile bodies, domestic white appliances, equipment or machinery.

Beschichtete Oberflächen, die durch das Verfahren der Elektrottauchlackierung entstanden sind, begegnen uns täglich; angefangen von Heizkörpern, Büromöbeln und Geldautomaten bis hin zu Maschinenteilen, Landmaschinen und Autoteilen. Eins haben alle Komponenten gemeinsam: Sie müssen sehr hohen Qualitätsanforderungen genügen. Hohe Korrosions- und Temperaturbeständigkeit, gleichmäßiges Aussehen der Oberfläche, Beständigkeit gegen physikalische Einwirkung (z. B. Schlagfestigkeit), Chemikalien oder UV-Strahlung sind wichtige Anforderungen je nach Einsatzgebiet der Produkte.

Diese Anforderungen erfüllt das elektrochemische Lackierverfahren, bei dem die Bauteile (z. B. komplette Karosserien) in eine elektrisch leitfähige Lackdispersion auf

Wasserbasis getaucht werden und sich ein geschlossener gleichmäßiger Lackfilm auch bei äußerst komplexen Geometrien bildet. Aufgrund des guten Umgriffverhaltens des Verfahrens lassen sich auch Hohlkörper beschichten.

Der Lack besteht zu etwa 80 % aus Wasser; weitere Bestandteile sind organische Lösemittel, Pigmente, Säuren und Additive (z. B. Bindemittel), die der Oberfläche des Bauteils die gewünschten Eigenschaften verleihen. Nur die richtige Zusammensetzung der Lacklösung und bestimmte Eigenschaften des Lacks ermöglichen den Vorgang der Elektrottauchlackierung (ETL) und erlauben einen einwandfreien Schichtaufbau am Bauteil.

NIRS zur Qualitätssicherung

Die Nahinfrarotspektroskopie (NIRS) wird überall dort eingesetzt, wo Prozessbäder kontinuierlich überwacht werden, um die geforderten Qualitäten von Zwischen- und Endprodukten sicherzustellen. Das Verfahren ist aufgrund der einfachen Handhabung in der chemischen Industrie langjährig vertreten und in modernen Anlagen nicht mehr wegzudenken.

Der Vorteil dieser Prozessanalysentechnik liegt in der Analyse der Lackzusammensetzung in Echtzeit, das heißt Analyseergebnisse liegen in Sekundenschnelle vor. Gerade für die Zusammensetzung der Elektrottauchlacke ist die Methode ideal geeignet, da hier vor allem die Wirtschaftlichkeit der Lacke an erster Stelle steht und ein Umkippen des Bades absolut vermieden

werden muss. Der Kostendruck auf die Anlagenhersteller und -betreiber ist enorm hoch: Es müssen immer modernere Anlagen konzipiert und Beschichtungsverfahren entwickelt werden, um maximalen Durchsatz bei gleichzeitig höchster Qualitätsanforderung, beispielsweise gerade im Automobilbereich zu erzielen.

NIRS XDS Prozessanalysator

Die NIRS XDS-Prozessanalytoren von Metrohm ermöglichen ein kontinuierliches Monitoring der Zusammensetzung des Elektrottauchlacks direkt in den Lackierstraßen und somit eine vorausschauende Prozessführung. Kommt es zu Abweichungen im Analyseergebnis, kann über die Kommunikation mit dem Prozessleitsystem zeitnah die Nachdosierung einzelner Komponenten erfolgen. Eine Nachdosierung auf Verdacht wird durch das zuverlässige Monitoring der Ergebnisse vermieden. Ist der Zielwert erreicht, kann die Nachdosierung gestoppt werden und der Lack arbeitet weiterhin innerhalb der Spezifikation.

Es liegt nahe, dass die NIRS die ideale Methode ist, um zeitintensive Laboranalysen, die oft nur einmal täglich stichprobenartig erfolgen, zu ergänzen. Die Informationsausbeute ist hierbei viel höher und der Eintrag möglicher Fehlerquellen durch das Entfallen der Probenahme und Laboranalyse wird vermieden. Sollte am Ende der Prozesskette ein Bauteil doch einmal Qualitätsmängel aufweisen, kann schnell ausgeschlossen werden, dass der Schritt der Tauchlackierung dafür verantwortlich ist, da durch die



lückenlose Überwachung sichere Ergebnisse aufgezeigt werden. Die Ursachenfindung kann mit dem Einsatz des NIRS XDS Prozessanalyzers beschleunigt werden, da ein tatsächlicher Konzentrationsverlauf der Parameter vorhanden ist.

Informationsgewinn aus der NIRS-Analyse

Neben der Anforderung an die Qualität der einzelnen Bauteile spielen das Einsparpotenzial und auch der Umweltschutz eine wichtige Rolle. Die Elektrotacklackierung ist an sich bereits ein günstiges Verfahren, dennoch finden sich immer wieder neue Herausforderungen, beispielsweise in der Reduzierung des Einsatzes von Lösemitteln. Der Einsatz der NIRS XDS-Prozessanalytoren hilft, Prozessbäder noch näher an die Grenzen von 1 % bis 2 % organischer Lösemittel (volatile organic compounds = VOC) zu betreiben und somit das bereits umweltfreundliche Verfahren noch mehr Richtung *Lösemittelfreiheit* zu optimieren.

Ein großer Vorteil von NIRS ist die sehr einfache Handhabung. Bei den NIRS XDS-Prozessanalytoren handelt es sich um Spektrometer, die über Lichtwellenleiter und einer Sonde (dem eigentlichen Messwertempfänger) mit dem Prozesslack verbunden sind. Licht einer Wolfram-Halogenlampe, optimiert für den spektralen NIR-Bereich, tritt in Wechselwirkung mit der Lackprobe, wodurch die Lackmoleküle angeregt und in Schwingung versetzt werden. Die Absorption der Lichtenergie durch die Anregung ergibt ein Spektrum im nahinfraroten Wellenlängenbereich (800 nm bis 2500 nm) aus. Bei NIRS werden die Kombinationsschwingungen und Obertöne der Schwingungen ausgewertet.

Auf molekularer Ebene erfolgt vor allem eine Anregung der funktionellen Gruppen organischer Moleküle, das heißt vor allem der C-H-, O-H-, N-H- und S-H-Bindungen. Über einen Detektor werden die Spektren (Extinktionen in Abhängigkeit der Wellenlänge) erstellt und ausgewertet. Die Messung der Probe durch das Spektrometer

erfolgt ohne ihre Bearbeitung oder Veränderung. Eine Probenvorbereitung oder ein Einsatz weiterer Chemikalien entfällt damit vollständig. Erfasst wird immer der Prozesszustand der gesamten Probenmatrix.

Rahmenbedingungen und Einsatzmöglichkeiten

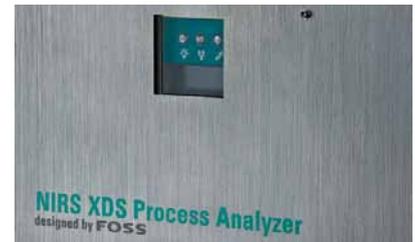
Da NIRS eine Sekundärmethode ist, ergibt sich das Analyseergebnis durch den Abgleich der NIR-Spektren mit einer Referenzanalytik (z. B. Titration, Destillation, GC). Aus Referenzanalysewerten und NIR-Spektren wird vorab ein Kalibriermodell erstellt und für die kontinuierliche und automatisierte Prozesskontrolle hinterlegt.

Dabei spielt es keine Rolle, ob ein oder verschiedene Parameter gleichzeitig erfasst werden sollen. Da der NIRS XDS-Prozessanalyzer immer die gesamte Matrix erfasst, sind über den Einsatz der multivarianten Datenanalyse gezielt mehrere Analysenparameter gleichzeitig zugänglich. Für die ETL-Anlagen bedeutet dies eine zeitnahe Analyse von mehreren Parametern gleichzeitig mithilfe der eingesetzten Prozessanalysetechnik.

Qualitätsbestimmende chemische Parameter wie Lösemittelkonzentration, Aminzahl, Additiv- beziehungsweise Bindemittelkonzentration lassen sich ebenso gut mit nur einer Messung erreichen wie auch einige physikalische Komponenten.

Ein wichtiger Parameter bei Lacken für den Einsatz in der ETL-Anlage ist das wasserlösliche Bindemittel, mit dem das Pigment bei Anlegen des Gleichspannungsfelds zwischen Lackierobjekt und Gegenelektrode abgeschieden wird. Der qualitätsbestimmende Parameter ist der Festkörperanteil aus der Pigmentpaste, der ebenfalls durch das NIRS XDS-Prozesssystem ermittelt wird.

Der NIRS XDS-Prozessanalyzer ermöglicht nicht nur das Monitoring von mehreren Parametern in einer Messung, sondern die gleichzeitige Überwachung von bis zu neun Prozessströmen gleichzeitig. Möglich ist beispielsweise auch die Integration von



Prozesssonden an verschiedenen Messstellen in einem Lackbehälter, um beispielsweise die Homogenität der Durchmischung zu überwachen (Schutz vor Pigmentsedimentation) oder um gleichzeitig neben dem eigentlichen Elektrotacklack zusätzlich die Lösemittelbeschaffenheit in der Ultrafiltrationseinheit zu kontrollieren.

Während sich Elektroden in dem Prozesslack befinden und das zu beschichtende Bauteil selbst entweder als Anode oder Kathode fungiert, wird eine Lackierung anderer Elemente, wie zum Beispiel der Prozesssonde, vermieden. Die Reinigung des Prozessfensters aufgrund von elektrostatischer Anlagerung von Pigmenten lässt sich einfach durch Clean-in-Process (CIP)-Armaturen vollautomatisiert durchführen, sodass kein Eingreifen in den Prozess nötig ist.

Wie auch die konventionellen Prozessanalytoren von Metrohm, zeichnet sich der NIRS XDS-Prozessanalyzer vor allem durch seine Robustheit aus. Außerdem ist dieses System sehr wartungsarm, da das System ganz auf Probenvorbereitung und den Einsatz von Chemikalien verzichtet. Die Sonden lassen sich einfach in bestehende oder neue Anlagen integrieren und werden auf die Ansprüche der Umgebung und Probenmatrix zugeschnitten.

Die NIRS XDS-Prozessanalytoren unterstützen die modernsten Lackierstraßen und helfen, Lackierprozesse noch einen Schritt weiter zu bringen in Richtung höchster Qualitätsansprüche.

Kontakt:

Sabrina Luckow-Markgraf, Produktspezialistin
Spektroskopie PA
Deutsche Metrohm Prozessanalytik GmbH & Co. KG

➔ www.metrohm.com



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

Inline-Messung der Abscheidegeschwindigkeit zur Prozessführung einer modernen Chemisch-Nickel-Anlage

Von Dr. Eckart Giebler, Dresden

Der qualitätsgerechte Betrieb von Chemisch-Nickel-Prozessen stellt eine komplexe Aufgabe dar. Zur Realisierung spezifizierter Schichtdicken muss die Abscheidegeschwindigkeit bekannt sein. Bisher wird diese meist durch manuelle Probekörpermessungen ermittelt. Eine neuartige Inline-Messtechnik der Somonic Solutions GmbH ermöglicht nun, die Schichtdicke und die Abscheidegeschwindigkeit fortlaufend zu messen. Nach Darstellung des prinzipiellen Vorgehens bei der Führung von Chemisch-Nickel-Prozessen und einer Kurzvorstellung der neuen Inline-Messtechnik wird ein Anwendungsfall beschrieben. Er zeigt den Einsatz der Messtechnik in einer modernen Chemisch-Nickel-Anlage eines großen Unternehmens. An drei Wannen mit Elektrolyt zur chemischen Metallabscheidung werden dort die warenträgerbezogene Schichtdicke und die Abscheidegeschwindigkeit online gemessen. Entsprechend der Abscheidegeschwindigkeit wird die Beschichtungsdauer festgelegt. Erste Betriebserfahrungen zeigen, dass mit Einsatz der Messtechnik Schichtdicken in den geforderten Toleranzgrenzen gesichert werden können.

In-line measurement of the deposition rate for the process control of a modern electroless nickel plant

A high-quality electroless nickel deposition is a complex task. The deposition rate has to be known to realize a specified deposition thickness. So far, the deposition rate is determined by manual measurements on test samples. A novel in-line measurement offered by Somonic allows for the first time a continuous monitoring of the deposition thickness and deposition rate. After describing the principal approach in control of electroless nickel processes the new in-line measurement device is described briefly. An application example shows the application of the in-line measurement in an electroless nickel plant which was recently put into operation at a large company. The process instruments, installed at three electroless nickel tanks, measure the deposition thickness and rate. The deposition rate is used for automatic calculation of the plating time. First operational experience demonstrates that specified deposition thicknesses can be ensured by use of the measurement device.

1 Problemstellung

Bei den sogenannten Chemisch-Nickel-Verfahren erfolgt eine chemisch-reduktive Abscheidung von Nickel-Phosphor-Legierungsschichten. Das heißt, im Gegensatz zur klassischen galvanischen Abscheidung wird hier außenstromlos beschichtet.

Chemisch-Nickel-Verfahren werden bei hohen Anforderungen an die Gleichmäßigkeit der Schicht eingesetzt, da stromdichtebedingte Schwankungen der Schichtdicke (Knocheneffekt) nicht auftreten. Hervorragend geeignet sind Chemisch-Nickel-Beschichtungen auch für hohe Anforderungen an den Korrosionsschutz. Insbesondere hoch phosphorhaltige Schichten (mehr als 10 % Phosphor) weisen einen exzellenten Korrosionsschutz auf. Nicht zuletzt kann mit außenstromlos abgeschiedenen Nickelschichten eine hohe Härte der Bauteiloberfläche erreicht werden. Dazu erfolgt im Anschluss an die Beschichtung eine geeignete Wärmebehandlung [1].

Die Abscheidung von hochqualitativen Chemisch-Nickel-Schichten erfordert eine angepasste Prozessführung, bei der unterschiedliche Zielkriterien erfüllt werden müssen. So sind bei den meisten Anwendungen spezifizierte Schichtdicken zu realisieren. Weiterhin ist die Geschwindigkeit der Beschichtung (Abscheidegeschwindigkeit, auch Abscheiderate) zu kontrollieren.

So soll die Abscheidung im Allgemeinen möglichst schnell geschehen, um eine hohe Produktivität zu erreichen. Allerdings bestimmt die Abscheidegeschwindigkeit auch die Einbaurrate für Phosphor. Da von der Zusammensetzung der Nickel-Phosphor-Legierung viele wichtige Schichteigenschaften abhängen, ist die Abscheidegeschwindigkeit häufig in einem bestimmten Bereich zu halten. Nicht zuletzt muss die Prozessführung bei der Chemisch-Nickel-Abscheidung einen stabilen Prozessbetrieb gewährleisten. Insbesondere ist Wildabscheidung (Bezeichnung für Nickelabscheidung an Wanne und Ausrüstungsgegenständen) zu verhindern. Der Prozess darf aber auch nicht überstabilisiert werden, da die Abscheidung dann wiederum zu langsam erfolgt.

2 Prozessführung von Chemisch-Nickel-Prozessen

2.1 Einflussfaktoren

Die Führung von Chemisch-Nickel-Prozessen ist eine durchaus nicht triviale Aufgabe. Grund dafür ist die große Anzahl von Faktoren, welche die Abscheidung beeinflussen. Insbesondere die Konzentrationen der in der Chemisch-Nickel-Verfahrenslösung enthaltenen Stoffe haben einen wesentlichen Einfluss. So wirken die Nickelkonzentration und die Konzentration des

Reduktionsmittels (meist Hypophosphit) auf die Abscheidegeschwindigkeit. Ebenso haben Stoffe einen Einfluss, die sich als Reaktionsprodukt (z. B. Orthophosphit) oder durch Nachdosierung (z. B. Sulfat) in der Prozesslösung anreichern. Darüber hinaus enthalten die Chemisch-Nickel-Verfahrenslösungen diverse weitere Stoffe mit Wirkung auf die Abscheidung, wie Komplexbildner, Puffer, Stabilisatoren und Beschleuniger.

Neben den Stoffkonzentrationen ist die Temperatur die wichtigste Prozessgröße bei der außenstromlosen Nickelabscheidung. Bereits eine Änderung von wenigen Grad bewirkt eine deutliche Beschleunigung oder Verlangsamung der Abscheidung. Nicht zuletzt wirken die hydrodynamischen Verhältnisse in der das Bauteil umgebenden Chemisch-Nickel-Prozesslösung auf die Abscheidevorgänge. So kann sowohl eine zu geringe als auch eine zu hohe Strömung zur Verlangsamung der Abscheidung führen [2].

2.2 Eingriffsmöglichkeiten

Für das Erreichen einer spezifizierten Dicke der Nickelschicht ist die Dauer der Beschichtung die wichtigste Eingriffsmöglichkeit. Daneben wird versucht, die Abscheidebedingungen möglichst gut zu stabilisieren.

So gibt es verschiedene Eingriffsmöglichkeiten, um auf Veränderungen der diversen Einflussfaktoren bei der Chemisch-Nickel-Abscheidung zu reagieren. Stoffe, die durch chemische Reaktionen, Verschleppung oder Schichteinbau verbraucht werden, werden nachdosiert. Die Nachdosierung erfolgt in Form flüssiger Lösungen. Weiterhin wird Wasser ergänzt, das durch Verschleppung und bei den meist warmarbeitenden Prozessen besonders durch Verdunstung verloren geht. Die Anreicherung von Stoffen in der Chemisch-Nickel-Verfahrenslösung wird zum Problem, wenn Störkonzentrationen überschritten werden. Um das zu verhindern, erfolgt der Verwurf von Prozesslösung. Es kann ein vollständiger Verwurf, ein Teilverwurf oder ein kontinuierlicher Verwurf erfolgen. Zur Entfernung von bestimmten Störstoffen stehen alternativ auch produktionsintegrierte Regeneratoren (z. B. Elektrodialysenzellen) zur Verfügung.

Die Stabilisierung der Temperatur erfolgt durch gezieltes Beheizen. Kühlen ist im Chemisch-Nickel-Prozess nicht nötig, da durch das Eintauchen von kalten Bauteilen und deren Aufheizung im Nিকেlelektrolyten sowie insbesondere durch die Verdunstung erhebliche Kühleffekte auftreten. Die Hydrodynamik kann bei der Chemisch-Nickel-Abscheidung in verschiedener Weise verändert werden, etwa durch Variation der Umwälzung, der Lufterblasung oder der Warenbewegung. Allerdings werden solche Eingriffsmöglichkeiten kaum bei laufendem Betrieb genutzt, sondern vor Inbetriebnahme des Prozesses optimiert.

2.3 Steuerung der Abscheidebedingungen

Zur gezielten Steuerung der Abscheidebedingungen werden insbesondere verschiedene Stoffkonzentrationen stabilisiert. Die zur Stabilisierung der Nickelkonzentration nötige Messung erfolgt entweder online am Prozess (Direktfotometrie) oder offline im Labor (Titration oder Röntgenfluoreszenz). Das Reduktionsmittel wird meist nur stöchiometrisch zum Nickel dosiert; gelegentlich erfolgt eine Kontrolle per Analyse im Labor. Da der pH-Wert einen großen Einfluss auf die Abscheidegeschwindigkeit hat, wird er regelmäßig manuell oder durchgängig per Onlinemessung ermittelt. Darauf basierend findet eine Dosierung zur pH-Wert-Korrektur statt. Alle weiteren genannten Stoffe werden üblicherweise mit den Dosierlösungen für Nickel und Reduktionsmittel dosiert. Deren spezifische

Kontrolle findet im laufenden Prozessbetrieb kaum statt.

Die Nachdosierung von Wasser findet im Rahmen einer Füllstandsregelung statt. Zur Temperaturstabilisierung wird die Temperatur in der Chemisch-Nickel-Wanne gemessen und die Heizleistung variiert (meist Ein/Aus-Betrieb).

2.4 Steuerung der Schichtdicke

Zur Realisierung spezifizierter Schichtdicken gibt es bei der chemisch reduktiven Nickelabscheidung verschiedene Strategien, die hier kurz vorgestellt werden.

Die erste Möglichkeit ist, die Beschichtungsdauer anhand der gewünschten Schichtdicke festzulegen. Dabei wird davon ausgegangen, dass durch die Stabilisierung aller relevanten Prozessgrößen eine konstante Abscheidegeschwindigkeit erreicht wird. Aufgrund der oben angesprochenen Komplexität der Chemisch-Nickel-Prozesse besteht hierbei jedoch eine erhebliche Unsicherheit. Besonders beim verwurfsfreien Betrieb kommt es zur Aufsatzung (Aufkonzentration z. B. von Orthophosphit oder Sulfat) und dadurch zur Verlangsamung der Abscheidung. Daher ist die Festlegung der Beschichtungsdauer ohne Ermittlung der tatsächlichen Abscheidegeschwindigkeit nur bei geringen Anforderungen an die Genauigkeit der Dicke der chemisch abgeschiedenen Nickelschicht praktikabel.

Gebräuchlicher ist, die Beschichtungszeit am Anfang der Beschichtung entsprechend der aktuellen Abscheidegeschwindigkeit festzulegen. Die entsprechende Abscheidegeschwindigkeit wird dazu produktionsbegleitend durch Messungen der Schichtdicke an Probekörpern oder an vorher beschichteter Ware ermittelt. Als Probekörper werden Bleche, Bolzen oder Drähte genutzt, die für eine definierte Zeit im Chemisch-Nickel-Prozess mitbeschichtet werden. Die danach erreichten Schichtdicken werden indirekt durch Differenzwägung oder direkt durch Schichtdickenmessung (Röntgenfluoreszenz, mechanische Messuhr) ermittelt. Schichtdickenmessungen an der Ware erfolgen meist mittels Röntgenfluoreszenz.

Bei der Festlegung der Beschichtungsdauer zum Start der Beschichtung bleiben mögliche Änderungen der Abscheidegeschwindigkeit während der Beschichtung unberücksichtigt. Das kann für das Erreichen einer Zielschichtdicke relevant sein, wenn dicke Schichten abgeschieden werden und/oder hohe Anforderungen an die Genauigkeit der Schichtdicke bestehen. In diesem Fall wird die Entwicklung der Schichtdicke

durch parallel beschichtete Probekörper verfolgt. In der Praxis wird dabei meist ein zeitgleich mit der Ware eingehängter Probekörper entnommen, nachdem ein größerer Teil der mutmaßlichen Beschichtungszeit abgelaufen ist. Mit einer der oben genannten Methoden werden die Schichtdicke und damit die Abscheidegeschwindigkeit gemessen. Darauf basierend erfolgt dann eine Adaption der Beschichtungsdauer durch Anpassen der Rest-Beschichtungszeit.

3 Technik zur Inline-Messung

Die Somonic Solutions GmbH hat eine neuartige Messtechnik entwickelt, die eine Messung von Schichtdicke und Abscheidegeschwindigkeit während der galvanotechnischen Metallabscheidung ermöglicht. Bei dem patentierten Messverfahren [3] wird ein stabförmiger Sensor direkt in die Prozesslösung des Beschichtungsprozesses eingebracht. Auf einem an der Sensorspitze aufgeschraubten Probekörper findet parallel zur Ware eine Abscheidung statt (Abb. 1). Das Messverfahren ist sowohl an galvanischen als auch an außenstromlosen Abscheideprozessen einsetzbar [4].

Der Sensor ist ein in seiner Resonanzfrequenz schwingender Stab. Durch die Metallabscheidung an der Sensorspitze werden die Masse und damit die Resonanzfrequenz des Stabschwingers verändert. Eine elektronische Regelung sorgt dafür, dass der Sensor der Änderung der Resonanzfrequenz fortlaufend folgt. Somit bildet die Resonanzfrequenz die Schichtmasse ab und ist dementsprechend die Messgröße des Sensors. Bei der Online-Messung werden aus gemessener Frequenz die Schichtmasse und Schichtdicke kontinuierlich berechnet. Aus dem Verlauf der Schichtdicke wird die Abscheidegeschwindigkeit online berechnet.

In *Abbildung 2* ist der Stabsensor abgebildet. Am Stabende ist ein Probekörper aufgeschraubt, auf dem die Abscheidung erfolgt. Die Elektronik im Sensorkopf realisiert die Resonanzschwingung. Die Messinformationen (Resonanzfrequenz, Temperatur) werden zu einem Basisgerät übertragen. Im Basisgerät erfolgt die fortlaufende Berechnung von Schichtdicke und Abscheidegeschwindigkeit. Die entsprechenden Ergebnisse werden auf einem Display als Zahlenwert und als Zeitverläufe vor Ort angezeigt. Darüber hinaus sind verschiedene elektronische Schnittstellen verfügbar, um die Messwerte vom Basisgerät zu einer Anlagensteuerung zu übertragen.

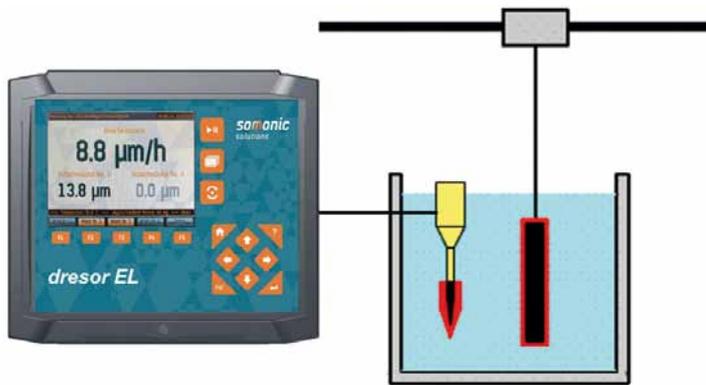


Abb. 1: In-line-Messung von Schichtdicke und Abscheidegeschwindigkeit



Abb. 2: Stabsensor

Somit können die Messgrößen als Grundlage einer Prozessregelung genutzt werden.

4 Anwendung in der Praxis

4.1 Messaufgabe

Nachfolgend wird ein Anwendungsfall der oben vorgestellten In-line-Messtechnik bei einem großen Unternehmen vorgestellt. Der betrachtete Standort dient als Produzent und Zulieferer insbesondere für die Automobilindustrie und die Elektronikindustrie. In einer Inhouse-Galvanikabteilung

werden in verschiedenen modernen Beschichtungsanlagen vorwiegend eigene sowie externe Produkte einer Oberflächenbehandlung unterzogen. Neben der chemischen und galvanischen Nickelbeschichtung werden Nickel-Gold-, Gold- und Silberschichten realisiert.

Bei dem Unternehmen entstand im Jahr 2014 eine neue Anlage zur chemischen Vernickelung von verschiedenen Serienteilen. Die mit moderner Anlagen- und Steuerungstechnik ausgestattete Fertigungslinie wurde durch die F. K. Galvanik GmbH

realisiert. Um dem Ziel einer gleichbleibend hohen Beschichtungsqualität gerecht zu werden, wurde die Anlage mit einem hohen Automatisierungsgrad umgesetzt.

Lesen Sie weiter unter womag-online.de

WOMag-online-Abonnenten steht der gesamte Beitrag zum Download zur Verfügung. Der Beitrag beschreibt die Integration der Messtechnik in die Beschichtungsanlage und zeigt die Funktion anhand von im Betrieb erhaltenen Messwerten auf.

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

Chemische Vernickelung von Hohlwellen

Mehrspindeldrehautomat INDEX MS40C wird höchsten Ansprüchen gerecht

Der CNC-Mehrspindeldrehautomat MS40C der INDEX-Werke GmbH & Co. KG Hahn & Tessky in Esslingen ist als modulares System konzipiert worden. Die kundenspezifische Konfiguration mit bis zu zwölf CNC-Kreuzschlitten, Y-Achsen, Synchronspindeln und weiteren Optionen, ermöglicht eine hochproduktive Bearbeitung von Stangen sowie Futterteilen. Die V-förmige Anordnung der Werkzeugträger in jeder Spindellage gewährleistet, dass nur der Werkzeughalter die Art der Bearbeitungsschritte bestimmt. Von daher kann eine Außen- und Innenbearbeitung mit starren oder angetriebenen Werkzeugen an jeder Station durchgeführt werden. Darüber hinaus kann der Automat auch als Doppeldreispindel konfiguriert werden.

Die Mehrspindler werden durch eine Hohlwellenmotor-Technologie in allen Arbeitsspindeln angetrieben. Die Wellen sind mit chemisch Nickel (DURNI-COAT®) beschichtet, um sie vor Korrosion und Verschleiß

zu schützen. Sie sind in dem Mehrspindeldrehautomaten rechtwinklig zu den Spindeln angebracht.

Bei dem Beschichtungsverfahren scheiden sich Nickel-Phosphor-Legierungsschichten haftfest auf Oberflächen ab. Der Beschichtungsprozess erfolgt in einem wässrigen Elektrolyten mit gelösten Nickelionen. Ein



Übergabe einer Hohlwelle mit DURNI-COAT®-Schicht an den Kunden

Bild: AHC Oberflächentechnik GmbH

Reduktionsmittel liefert den Phosphor, der gleichmäßig in die Nickelschicht eingebaut wird. Die Legierungsabscheidung beruht auf einer chemischen Reaktion, weswegen keine äußere Stromquelle benötigt wird. Dieses stromlose Verfahren ermöglicht, anders als eine galvanische Beschichtung, eine konturengetreue Abbildung der Oberfläche mit einer überall gleichmäßigen Schichtdicke.

Die Vorzüge einer chemisch Nickel-Schicht sind im Allgemeinen: Korrosionsbeständigkeit, Verschleißfestigkeit, Duktilität, konturentreue Nachbildung der Grundwerkstoffoberfläche sowie eine porenfreie Oberfläche. Bei der Wahl der DURNI-COAT®-Varianten und der Schichtdicke sind jedoch Korrosionsbedingungen, Art und Beschaffenheit des Grundwerkstoffs und seiner Oberfläche, das Tribosystem und die erforderliche Lebensdauer zu berücksichtigen.

www.ahc-surface.com

Anforderungen an die Oberflächentechnik durch Elektromobilität

Von Rainer Venz, Gütersloh

Der Wandel von bisherigen Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor zu den Antriebsarten mit alternativen Treibstoffen wird deutlichen Einfluss auf die Zulieferindustrie sowie die Arten der Oberflächenbehandlung nehmen. Dabei wird derzeit davon ausgegangen, dass Elektroantriebe den größten Anteil belegen werden. Der Strom kann dabei sowohl durch Batterietechnik verfügbar gemacht werden, als auch durch Brennstoffzellen. Allerdings steigt die Nachfrage an Elektrofahrzeugen nicht so schnell, wie erwartet. Der Leichtbau ist eine Schlüsselanforderung für zukünftige Elektrofahrzeuge, deren Entwicklung deutlich komplexer wird. Elektrofahrzeuge bedingen neue oder andere Materialien, angepasste Verbindungstechnik und abgestimmte Oberflächenschutzsysteme. Beschichtungen und Oberflächenbehandlungen müssen bei Elektrofahrzeugen sowohl elektrische als auch korrosionsschützende Aufgaben erfüllen.

Requirements of Surface Engineering for Use in Electric Vehicles

The transition from use of internal combustion engines for vehicle propulsion to systems based on alternative fuels, has major implications for the automotive supply industry, including the types of surface finishing used. In making this assertion, it is assumed that electric propulsion will be predominant in replacing the IC motor. Electrical energy for such applications can be derived either from batteries or fuel cells. It should be noted that demand for electric vehicles is not as strong as was previously forecast. Lightweight construction is a key factor for ensuring success in the EV sector, even if it brings added complexities with it. Design and construction of electric vehicles will demand new or alternative materials, appropriate joining techniques and suitable surface finishing protection systems. Coatings and surface treatments for EV's will have to afford both electrical and corrosion resistant properties.

1 Geschichte der Elektromobilität

Durch die Erfindung der Bleisäurebatterie als erste wiederaufladbare Batterie durch den französischen Physiker Gaston Planté, wurde 1859 der Grundstein für die Elektromobilität gelegt. 1884 erfolgte die Herstellung des ersten Elektroautos mit speziellem Hochleistungsakku durch Thomas Parker in London (Abb. 1).

Vier Jahre später entstand das erste deutsche Elektroauto, der *Flocken Elektrowagen*. In den frühen 1900er Jahren hatten Elektrofahrzeuge in den USA hohe Beliebtheit. Zu der Zeit wurden 40 Prozent der Automobile mit Dampf, 38 Prozent mit Strom und 22 Prozent mit Benzin betrieben. Die New York Times erklärt 1911, dass das Elektroauto sauberer, leiser und wirtschaftlicher ist als benzinbetriebene Autos.

1914 erfolgte ein Rückgang von Elektrofahrzeugen durch die Preisreduzierung infolge der Massenproduktion von Benzinfahrzeugen.



Abb. 1: Eines der ersten Elektrofahrzeuge aus dem Jahr 1884

Ab 1920 wurde die Produktion von Elektrofahrzeugen in den USA eingestellt. In der Mitte des 20. Jahrhunderts gab es immer wieder einzelne Bestrebungen, die Elektromobilität voranzubringen. Trotz der Stärken der batteriebetriebenen Fahrzeuge und dem steigenden Umweltbewusstsein, konnten auch die Ölkrise das Umdenken hin zum Elektroauto nicht auslösen. 1970 wurden Bilder des wohl berühmtesten Elektroautos um die Welt geschickt; dem Mondfahrzeug. Ein gesteigerter Umweltgedanke und das von der Bundesregierung ausgegebene Ziel, im Jahr 2020 eine Million Elektrofahrzeuge auf deutschen Straßen zu haben, führte zu neuen Entwicklungen in der Automobilindustrie und deren Zulieferern. Es gibt fast täglich neue Meldungen hierzu aus der Fachpresse.

2 Treiber der Elektromobilität

Im Jahr 2009 hat das damalige BMU in einer Studie untersucht, welche Einflussfaktoren die Geschwindigkeit der Marktpenetration von Elektrofahrzeugen wesentlich beeinflussen. Zunächst muss die erforderliche Technologie marktreif und für den Massenmarkt verfügbar sein. Der Käufer wird dann die Kosten abwägen, die sich in zwei Blöcke teilen: die Anschaffungs- und die Verbrauchskosten. Bei den Anschaffungskosten schlägt die Batterie mit einem erheblichen Anteil zu Buche. Ein weiterer Unsicherheitsfaktor ist die Lebensdauer von Batterien, für die es noch keine Langzeiterfahrungen gibt. Damit ist die Abschreibung nicht genau kalkulierbar. Auch

ist unklar, wer das finanzielle Risiko bei vorzeitigem Ausfall trägt.

Die Verbrauchskosten bei klassischen Verbrennungsmotoren sind bekanntermaßen direkt mit dem aktuellen Rohölpreis gekoppelt, wobei der Verbrauch natürlich ebenfalls eine wichtige Rolle spielt. Bei den elektrisch getriebenen Fahrzeugen sind der Strompreis und mögliche Förderungen zu nennen.

Weitere Entscheidungsfaktoren sind die Infrastruktur der Ladepunkte, die Reichweite, die mit einer Strombetankung erreicht werden kann und natürlich der Umweltgedanke. Laut Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft, kamen im Jahr 2011 auf 4356 Elektrofahrzeuge 2241 Ladepunkte in Deutschland. Ende 2014 waren es 26 006 Elektrofahrzeuge und 5553 Ladepunkte. Die theoretische Reichweite heutiger Elektrofahrzeuge liegt bei etwa 200 Kilometer bis 400 Kilometer. Die tatsächliche Reichweite kann erheblich geringer sein, je nach Fahrweise und Benutzung zusätzlicher elektrischer Verbraucher, wie beispielsweise Entertainment, Klimatisierung oder Beleuchtung. Bei der Umweltbilanz ist die Art der Stromerzeugung entscheidend. Bei dem heutigen Strommix haben fossile Brennstoffe noch einen erheblichen Anteil, sodass der Kohlenstoffdioxid-Verbrauch in der Gesamtbilanz noch einiges an Verbesserungspotential aufweist.

Die heute noch hohen Anschaffungskosten eines Elektrofahrzeugs, die bei einem Kleinwagen doppelt so hoch sein können wie das vergleichbare Modell mit Verbrennungsmotor,

die derzeit noch geringe Reichweite und der aktuell niedrige Ölpreis führen dazu, dass wir heute noch sehr weit vom Ziel der Bundesregierung entfernt sind, 2020 eine Million Elektrofahrzeuge auf deutschen Straßen zu haben. Ohne bessere Effektivität der Fahrzeuge bei reduzierten Produktionskosten und zusätzlichen staatlichen Förderungen, wird die Marktdurchdringung nur langsam vorankommen.

3 Marktdaten

Die in *Tabelle 1* zusammengestellten Daten des Kraftfahrtbundesamtes zeigen, dass von den Ende 2015 in Deutschland zugelassenen 44,4 Millionen PKW 18 948 rein elektrisch betrieben wurden und weitere 107 754 Hybride waren. In Deutschland werden derzeit mehr als 35 verschiedene Elektroautotypen angeboten. Es sind alle Fahrzeugklassen vertreten, inklusive Sportwagen und SUV.

Bei der Betrachtung der weltweiten Automobilproduktion nach Antriebsart ist festzustellen, dass erhebliche Unterschiede in den einzelnen Regionen bestehen (*Tab. 2*). In Nordamerika sind über 90 Prozent der hergestellten Fahrzeuge Benziner, 6,8 Prozent Diesel, 1,7 Prozent Hybride und 0,8 Prozent reine Elektrofahrzeuge. Bis zum Jahr 2020 wird hier nur eine geringe Veränderung erwartet. Die Entwicklung in Südamerika, Osteuropa und Asien sieht ähnlich aus. In der EU sind es jeweils 48 Prozent Benziner und Diesel; bis 2020 wird von einer Reduzierung um je sieben Prozent aufgrund der Alternativantriebe ausgegangen. In 2020 sieht die Prognose eine weltweite Produktion von etwa 2 681 656 Elektrofahrzeugen einschließlich Plug-in-Hybride vor – fast viermal so viele wie in 2015.

Tab. 1: Verteilung von Fahrzeugen mit alternativem Antrieb in Deutschland von 2008 bis 2015

	2008	2010	2012	2013	2014	2015
Pkw insgesamt			43,0 Mio.	43,4 Mio.	43,9 Mio.	44,4 Mio.
LPT	162 041	369 430	456 252	494 777	500 867	494 148
Flüssiggas	50 614	68 515	74 853	76 284	79 065	81 423
Hybrid	17 307	28 862	47 642	64 995	85 575	107 754
Elektro	1436	2307	4541	7114	12 156	18 948

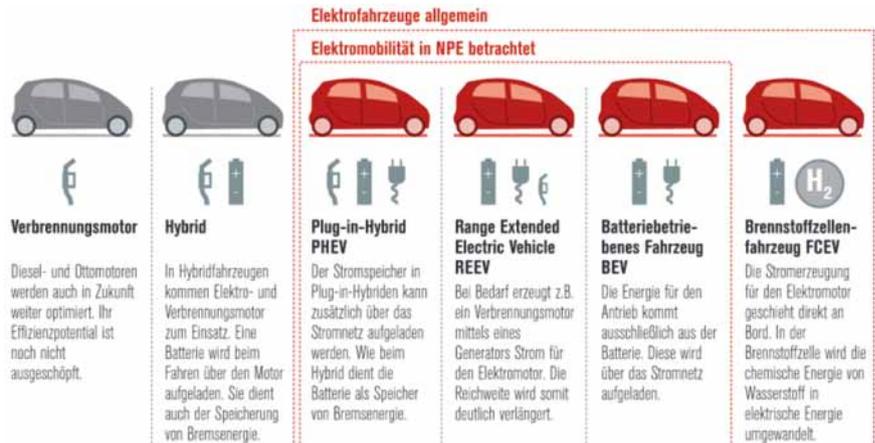


Abb. 2: Übersicht über die Antriebstechnologien

4 Technologische Ausrichtung

Neben den reinen Verbrennungsmotoren, die entweder mit Benzin, Diesel oder Gas – also fossilen Brennstoffen – betrieben werden, gibt es die rein elektrisch betriebenen Fahrzeuge und Hybride (*Abb. 2*).

Rein elektrisch betriebene Fahrzeuge (BEV) werden über externe Stromquellen *betankt*. Diese Fahrzeuge benötigen sehr große und schwere Batterien als Energiespeicher. Eine Alternative sind die FCEV, Fuel Cell Electric Vehicle. Bei diesem Typ wird die Energie in Form von bis zu 700 bar komprimiertem

Wasserstoff an Bord gespeichert. Die Brennstoffzelle erzeugt aus dem Wasserstoff die benötigte elektrische Energie, die wiederum die Elektromotoren antreibt.

Plug-In-Hybride (PHEV) und Range-Extended-Electro-Vehicle (REEV) verfügen sowohl über Elektro- als auch über Verbrennungsmotoren. Einer Studie des Instituts für Automobilwirtschaft (IFA) zufolge, werden 2030 immer noch 90 Prozent der Fahrzeuge einen Verbrennungsmotor besitzen, wobei nur noch 55 Prozent ausschließlich mit fossilen Brennstoffen angetrieben werden (*Abb. 3*).

NEU: KUNSTSTOFF-SCHUTZELEMENTE



Der führende Anbieter von Kunststoff-Schutzelementen

Alleinvertrieb
D/A/CH

PLATEchem® IMMER DIE RICHTIGE LÖSUNG



CHEMcare® MIT SICHERHEIT EIN SAUBERES KONZEPT



Für Dosierung und Transport von Chemikalien

- > Einfaches Auflösen von Salzen in VE-Wasser
- > Autom. Nachdosierung mittels Dosierpumpe
- > Entnahmekopf, tropffrei, d.h. keine Kontamination

PaintExpo

PaintExpo
Karlsruhe
19.04.-22.04.2016
Halle 1 Stand 1559



Drupa
Düsseldorf
31.05.-10.06.2016
Halle 3 Stand 3F57



O&S
Stuttgart
31.05.-02.06.2016
Halle 9 Stand E75

In den Entenäckern 30
70599 Stuttgart • Germany
Tel.: +49 714 900 71 0
E-Mail: info@stohrer-ipt.ag
www.theplatingpeople.de



CCT STOHRER IPT

Tab. 2: Produktionszahlen nach Antriebsart und Region

Region	Antriebsart	2014	2015	2016	2020
Nordamerika	Benziner	15.552.607	15.865.046	16.205.341	17.147.488
	Diesel	1.117.826	1.188.440	1.269.790	1.602.907
	Hybrid (Mild und Full)	348.382	289.443	389.648	842.185
	Elektro und Plug-in-Hybrid	112.684	139.369	208.541	550.045
Südamerika	Benziner	3.498.305	2.772.017	3.116.674	4.367.769
	Diesel	325.061	309.268	363.387	480.639
	Hybrid (Mild und Full)	0	0	0	64
	Elektro und Plug-in-Hybrid	0	0	0	0
Europäische Union	Benziner	7.928.479	8.736.523	8.642.914	8.857.378
	Diesel	8.444.417	8.682.049	8.575.221	8.626.128
	Hybrid (Mild und Full)	261.281	311.431	326.252	776.100
	Elektro und Plug-in-Hybrid	156.864	288.884	484.628	1.194.176
Osteuropa	Benziner	2.501.217	2.170.647	2.409.215	3.420.656
	Diesel	822.988	774.018	868.626	1.071.300
	Hybrid (Mild und Full)	16	159	5.367	11.790
	Elektro und Plug-in-Hybrid	73	0	753	2.406
Asien-Pazifik (Japan, Südkorea, Australien)	Benziner	9.935.872	9.499.327	9.169.439	8.242.999
	Diesel	1.654.386	1.693.988	1.670.982	1.582.359
	Hybrid (Mild und Full)	1.754.933	1.789.517	2.081.943	2.426.733
	Elektro und Plug-in-Hybrid	101.050	98.712	215.372	428.752
Asien-Pazifik (Wachstumsmärkte)	Benziner	26.372.540	27.449.635	29.811.753	36.613.059
	Diesel	3.553.464	1.769.816	4.222.645	5.297.736
	Hybrid (Mild und Full)	37.758	112.199	206.126	415.958
	Elektro und Plug-in-Hybrid	40.676	163.342	246.411	506.277

5 Bedeutung für die Oberflächentechnik

Elektrofahrzeuge und Hybride werden naturgemäß mehr elektrische und elektronische Komponenten benötigen. Ein Teil davon entfällt auf das Energiemanagement, das im Regelfall im Niederspannungsbereich betrieben wird. Hier werden vermehrt Leiterplatten und Steckverbinder benötigt. Im Niederspannungsbereich liegt bereits einiges an Erfahrung vor, da sich die Systeme hier sehr den bereits vorhandenen 12-V-Bordnetzen ähneln.

Anders sieht es im Hochspannungsbereich aus, der für die Aufladung der Batterien und dem eigentlichen Antriebssystem verantwortlich ist. In diesem Bereich spielen Steckverbinder eine große Rolle, aber auch eine zuverlässige Masseanbindung und eine zuverlässige elektrische Isolierung – wo erforderlich. Bauteile mit einem Oberflächenschutz müssen hier einen möglichst langfristigen Verschleiß- und Korrosionsschutz bieten. Andernfalls besteht die Gefahr, dass sich über den Nutzungszeitraum die elektrischen Eigenschaften verändern. Um dies zu erreichen, müssen die Eigenschaften vorhandener Schichtsysteme genau charakterisiert werden und bei Bedarf neue Entwicklungen angetrieben werden.

Ein Schlüssel zur erfolgreichen Einführung der Elektromobilität, ist der Leichtbau. Hierdurch kann zumindest ein Teil

des zusätzlichen Gewichts der schweren Batterien kompensiert werden. Gewichtsersparungen können auf verschiedene Arten umgesetzt werden. Eine Möglichkeit ist der verstärkte Einsatz von Leichtmetallen, wie Aluminium oder Magnesium. Diese stellen für die Oberflächentechnik eine besondere Herausforderung dar, da sie nicht nur vor Eigenkorrosion geschützt werden müssen, sondern aufgrund ihres negativen Potentials auch galvanische Korrosion verursachen können, sobald sie mit einem Material mit anderem Potential verbaut werden. Diese so genannte Kontaktkorrosion wird im Wesentlichen durch die Potentialdifferenz verursacht. Dabei gilt, dass mit zunehmender Potentialdifferenz die Korrosionsgeschwindigkeit steigt und das elektronegativere Material bevorzugt korrodiert – auch bekannt als *Opferanodeneffekt*. Streuströme durch beispielsweise beschädigte elektrische Leitungen am Fahrzeug könnten ebenfalls Einfluss auf das Korrosionsverhalten von Komponenten am Fahrzeug haben.

Ein weiterer Ansatz für den Leichtbau ist die Verwendung von hoch- oder höchstfesten Stahlwerkstoffen, da vergleichbare mechanische Eigenschaften mit geringeren Dimensionen – und damit weniger Masse – erreicht werden können. Für solche Werkstoffe sind Vorbehandlung und Oberflächenschutzsysteme so zu wählen, dass die Gefahr der Wasserstoffversprödung minimiert wird.

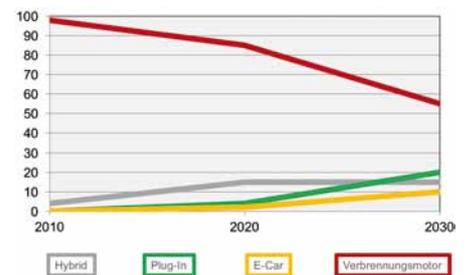


Abb. 3: Ausblick auf die Entwicklung der Elektromobilität
Quelle: IFA

Kleinere Dimensionen bedingen darüber hinaus höherer Präzision der Schichtsysteme, die oft einhergeht mit dünneren Schichten. Um von dünnen Schichten die gleiche hohe Leistungsfähigkeit zu erhalten, werden möglicherweise mehr Legierungsschichten zum Einsatz kommen, die einen höheren Verschleiß- und/oder Korrosionsschutz bieten.

6 Zusammenfassung und Fazit

Die Nachfrage an Elektrofahrzeugen steigt, jedoch nicht so schnell, wie erwartet. Der Leichtbau ist eine Schlüsselanforderung für zukünftige Elektrofahrzeuge, deren Entwicklung deutlich komplexer wird. Elektrofahrzeuge bedingen neue oder andere Materialien, angepasste Verbindungstechnik und abgestimmte Oberflächenschutzsysteme. Bis heute liegt nur wenig Praxiserfahrung vor, die als Grundlage für Forschung und Entwicklung genutzt werden kann.

Oberflächentechnik zeigt sich in bester Stimmung

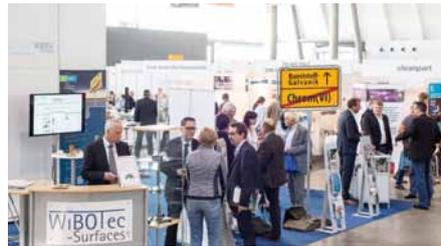
Zufriedenheit auf breiter Front bei den Ausstellern der diesjährigen Fachausstellung für Oberflächen und Schichten mit den Parallelveranstaltungen parts2clean, LASYS und Automotive Expo in Stuttgart

Schon am ersten Tag der O&S 2016 verbreitete sich gute Laune unter den rund 300 Ausstellern in den Hallen 7 und 9 des Stuttgarter Messegeländes. Die Besucher kamen in erfreulich großer Zahl – und sie brachten nicht nur konkrete Aufgabenstellungen, sondern auch Investitionsvorhaben mit. Zudem war ein großer Teil der Besucher aus dem Ausland angereist. Da dies auch an Tag zwei und drei der internationalen Fachmesse für Oberflächen und Schichten anhielt, blieb die Stimmung bei den Unternehmen äußerst positiv. Zum Ende der Veranstaltung kann mit einer Gesamtbesucherzahl von mehr als 6500 von einer sehr erfolgreichen Veranstaltung gesprochen werden, insbesondere im Hinblick auf die hohe fachliche Kompetenz der Kontakte.

Die O&S 2016 hat nach Aussage von Olaf Daebler, Geschäftsleiter O&S bei der Deutschen Messe AG, viele Erwartungen übertroffen: *Wir freuen uns, dass unsere Anstrengungen im Bereich Besuchermarketing im Ausland aufgegangen sind. Mit der O&S hat die internationale Oberflächentechnik einen anerkannten Branchentreffpunkt, der Anwender aus aller Welt anzieht.* Etwas mehr als jeder zweite Besucher der O&S kam laut Analyse aus einem EU-Land. Rund ein Drittel der Besucher stammt aus einem europäischen Land außerhalb der EU. Der Anteil asiatischer Besucher bewegte sich bei etwa sieben Prozent.

Neben der Quantität und Internationalität überzeugte die diesjährige O&S auch im Hinblick auf die Besucherqualität. Zahlreiche Aussteller äußerten sich zum Abschluss der Messe sehr positiv über die Qualität des Messepublikums: Der Fachbesucheranteil erreichte nach der Analyse durch den Veranstalter mit 99 Prozent nahezu Vollständigkeit. Dabei handelt es sich mehrheitlich um Entscheider: 83 Prozent gaben in der Befragung an, an Entscheidungen ihres Unternehmens mindestens beteiligt oder auch verantwortlich zu sein. Der Anteil aus dem Top-Management belief sich auf 28 Prozent. Positiv für die Aussteller war, dass viele der Besucher mit konkreten Investitionsabsichten gekommen waren: 30 Prozent hatten ein klares Kaufziel vor Augen, weitere 50 Prozent zogen eine Investition in Betracht.

Eine der wichtigsten Branchen vor Ort ist die Galvanotechnik. Schon vor Beginn der O&S waren die Vorzeichen für die Galvanotechnik positiv gewesen. Die *Welt der Oberfläche* vom Zentralverband Oberflächentechnik e. V. (ZVO) hatte ausstellerseitig mit 77 beteiligten Unternehmen stark gegenüber der Vorveranstaltung 2014 zulegen. Die rege Nachfrage sorgte dann auch für die entsprechende Stimmung auf



Bilder: Deutsche Messe AG

den einzelnen Ständen, weshalb sich Christoph Matheis, Hauptgeschäftsführer des ZVO, mit dem Messeverlauf sehr zufrieden zeigte. Auch er hob die Qualität und Quantität der Besucher hervor, die hohe Zufriedenheit der Mitaussteller sowie die stark gestiegene Internationalität der Besucher. Sein Fazit: *Alles in allem war 2016 die bisher beste O&S.*

Erfolgreiche Premiere der Guided Tours

Erstmals bot die O&S ihren Besuchern in diesem Jahr geführte Touren an. Wie Olaf Daebler verlauten ließ, kam sowohl von den Ausstellern als auch von den teilnehmenden Besuchern ein positives Feedback. Besonders das Thema *Oberflächen für die Zukunft – REACH-konforme und multifunktionale Beschichtungen* hatte neben den angemeldeten Teilnehmern auch noch zu einer Reihe von spontanen Zusagen geführt. Zweimal am Tag ging es mit beiden Touren – die zweite hatte das Thema *Anlagen und Geräte zur Maximierung von Prozesssicherheit und Qualität* in den Mittelpunkt gestellt – zu acht Unternehmen,

wo die Gruppe jeweils eine zehnmündige Präsentation erlebte und dann fünf Minuten Zeit für Nachfragen hatte. Diese Chance wurde intensiv genutzt. Auch das Publikum der Guided Tours zeichnete sich durch hohe Entscheidungskompetenz aus. Der Auslandsanteil der Tour-Teilnehmer lag bei etwa 50 Prozent.

Mit 31 Vorträgen bot das Fachforum der O&S einen weitreichenden Blick auf die Aktivitäten der verschiedenen Facetten der Oberflächentechnik – von der Entwicklung neuer Schichten über Anlagentechnik und Messverfahren bis hin zu Themen der Effizienz und Energieeinsparung. Die Organisatoren von WOTech zeigten sich mit dem Forum Oberflächentechnik 2016 sehr zufrieden. Den Referenten sei es gelungen, mit lebhaften und inhaltvollen Darstellungen weiterführendes Know-how zu präsentieren. Nachfolgend sowie in der nächsten Ausgabe werden der Inhalte der Fachvorträge zusammenfassend dargestellt.

Mit dem Ende der O&S 2016 beginnen die Vorbereitungen für die kommende Veranstaltung. Dass die Fachbesucher auch dann

wieder zahlreich vor Ort sein werden, lässt die Besucheranalyse vermuten. Jeder Zweite Besucher geht davon aus, dass die O&S in ihrer Bedeutung stabil bleibt. Weitere 45 Prozent sagen sogar, dass die Bedeutung der Messe künftig noch steigen wird. Der Termin für die nächste internationale Fachmesse für Oberflächen und Schichten O&S in Stuttgart ist der 5. bis 7. Juni 2018.

Zeitgleich mit der O&S wurden auf dem Messegelände in Stuttgart weitere Fachmessen veranstaltet. So bildet die parts2clean, internationale Leitmesse für die industrielle Teile- und Oberflächenreinigung, den vorgelagerten Prozess der Reinigung ab. Die LASYS, internationale Fachmesse für Lasermaterialbearbeitung, zeigte branchen- und materialübergreifend das gesamte Spektrum des Lasers. Zahlreiche Anwender von Oberflächentechnik waren außerdem zur Automotive Expo vor Ort, ein Zusammenschluss von fünf verschiedenen Messen aus dem Automotive-Bereich.

DIE OBERFLÄCHE 2016 – Prämierung neuer Verfahren

Exzellente Arbeit in der Oberflächentechnik-Branche zu kommunizieren und im Markt sichtbar zu machen, ist erklärtes Ziel des Stuttgarter Preises *DIE OBERFLÄCHE*. Der Preis wurde in diesem Jahr zum fünften Mal vergeben und auch dieses Mal waren aus der ganzen Bandbreite der Oberflächentechnik wichtige Innovationen für die unterschiedlichsten Industriezweige dabei. Mit dem Preis werden jährlich die innovativsten Anwendungen und Technologien auf dem Gebiet der Oberflächentechnik vom Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA ausgezeichnet. Die Kriterien für ihre Auswahl sind Innovationssprung, Nachhaltigkeit, Enabler-Qualitäten und industrielle Machbarkeit. Der unabhängigen und fachübergreifenden Jury gehören die Experten Dr. Martin Metzner vom Fraunhofer-IPA, Dr. Martin Riester vom VDMA-Fachverband Oberflächentechnik und Dr. Michael Hilt von der Forschungsgesellschaft für Pigmente und Lacke e. V. an.

Von den eingereichten Technologien kamen die nachfolgenden fünf in die engere Wahl. Die Preise wurden wie folgt vergeben:

- 1. Preis: Karl Wörwag GmbH & Co. KG und SLF Oberflächentechnik GmbH für das PiP-Verfahren



- 2. Preis: CCT GmbH für die Kupfer-SiO₂-Dispensionsabscheidung
- 3. Preis: Audi AG für partielles Mattieren

Audi AG: Partielle Mattierung

Menschen streben nach Individualität. Mit einer neuartigen Technologie ist es nun gelungen, jedes Auto zum Unikat zu machen. Logos, Schriftzüge oder Bilder können hochwertig in den Klarlack eingearbeitet werden und leuchten förmlich hervor, wodurch ein deutlicher Sprung im Bereich der Individualisierung erreicht wird; Ersteinsetzer ist der Audi R8 ab Juni 2016.

Das Prinzip ist einfach: An der gewünschten Stelle wird der ursprünglich glatte Klarlack stark angeraut. Durch die Rauheit kommt es zu einer diffusen Lichtstreuung und die Stellen erscheinen matt. Bei Lichteinfall stechen diese Stellen besonders hervor. Auf verschiedensten Wegen wurde in mehrjähriger Projektarbeit versucht, diese Idee in die Praxis umzusetzen. Als erfolgversprechend hat sich eine spezielle Art des Partikelstrahlens erwiesen, die modifiziert und bis zur Serienreife entwickelt wurde. Neben dem neuartigen Ansatz liegt das Know-how in der speziellen Prozessführung sowie in den Strahlparametern, die ein Optimum hinsichtlich Beständigkeit und Bildqualität darstellen. Alle Erprobungen wurden mittlerweile erfolgreich gemeistert.

Dispensionsbeschichtungen von CCT

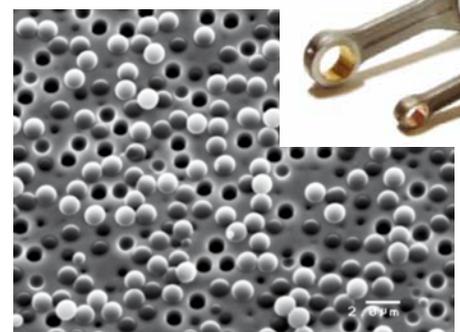
Gleitlager werden im Motorenbau hauptsächlich im Bereich der Haupt- und Nebenwellen eingesetzt. Die Entwicklung von immer leistungsstärkeren und gleichzeitig wirtschaftlicheren Motoren führt zu einer zunehmenden Belastung der Gleitlager. Zugleich wächst der Bedarf an Lösungen zur Reibungsreduzierung im Antriebsstrang für eine Verbesserung des Kraftstoffverbrauchs und damit der Emissionen an Kohlenstoffdioxid.

Ein optimales Gleitlager sollte Eigenschaften aufweisen, die zunächst konträr

Unteres R8-Sideblade mit unterschiedlichen Dekors
Copyright: Audi AG

erscheinen. Die Oberfläche der Lagerlaufschicht soll möglichst strukturiert sein, um ein günstiges Einlaufverhalten zu gewährleisten. Die Laufschicht muss ausreichend weich und duktil sein, um Schmutzpartikel in der Lagerstelle aufnehmen zu können. Gleichzeitig aber sollte das Lager eine sehr hohe Verschleißbeständigkeit bei niedriger Reibung aufweisen. Diese verschiedenen Anforderungen wurden durch eine neu entwickelte Dispensionschicht realisiert. Verschleißfeste SiO₂-Monosphären mit exakt definierter Geometrie und Größe werden in eine weiche Kupferschicht eingelagert, die zur Verbesserung des Gleitverhaltens Festschmierstoffe enthält. Durch Abstimmung des Partikeldurchmessers und der Dicke der Kupferschicht lässt sich eine definierte Oberflächenstruktur einstellen.

Pleuel mit Gleitlagern (rechts; Copyright: Wieland AG) und strukturierte Oberfläche vor Aufbringen der Einfassungsschicht im REM-Bild (unten; Copyright: CC GmbH)



Gleitlager mit dieser Beschichtung zeigen in tribologischen Untersuchungen sehr niedrige Reibwerte und einen nicht messbaren Verschleiß. Bei einer Reduzierung der Motorreibleistung um nur fünf Prozent besteht alleine bei den in Deutschland zugelassenen Kraftfahrzeugen ein Einsparpotential von 400 bis 600 Millionen Litern Kraftstoff.

Pulver-in-Pulver-Beschichtung auf schweren Bauteilen

Die Karl Wörwag GmbH & Co. KG entwickelte in Zusammenarbeit mit SLF Oberflächentechnik GmbH die Anwendung einer Pulver-in-Pulver-Technik (PiP) in Kombination mit einer DARC-Technik zur Beschichtung von schweren Bauteilen. Diese führt einerseits zu einem hohen Korrosionsschutz und andererseits werden Prozesskosten nachhaltig gesenkt.

Nach diesem Ergebnis wurden alle Prozess- und Prüfdaten an real durchgeführten Nasslack- und Pulverlackierungen auf dem gleichen Bauteil ermittelt. Die Nasslackierung wurde branchenüblich im Nass-in-nass-Verfahren ausgeführt, die Pulverlackierungen mit Zwischeneinbrennen im



PiP-Lackierung von Maschinen für den Straßenbau bei Wirtgen in Windhagen



Wirtgen GmbH

Konvektionsofen und die PiP-Technologie mit der DARC-Technik. Die DARC-Technik zeichnet sich durch eine fünffach höhere Energieübertragung aus.

Der in der Praxis durchgeführte Prozessvergleich zeigt deutlich, dass die PiP-Beschichtung die niedrigsten Prozesskosten und -zeiten aufweist. Die PiP-Lackierung ist fast doppelt so schnell wie die Pulveranwendung mit Zwischeneinbrennen und mindestens vierfach schneller wie eine Nasslackierung, selbst wenn die Trocknung des Nasslackaufbaus nur über Nacht dauerte. Die PiP-Anwendung weist sehr hohe Korrosionsschutzwerte (C5M-lang) und eine exzellente Wetterbeständigkeit auf.

Pulsationsreduzierte Kolbenpumpe von Dürr Systems

Die Dürr Systems GmbH entwickelte eine horizontale Doppelkolbenpumpe zum Fördern von Lack. Diese wird durch einen explosionsgeschützten Motor angetrieben und verfügt über einen integrierten Antriebsregler und integrierte Vor-Ort-Bedienung. Durch den Einsatz dieses Antriebssystems können viele Vorteile im Vergleich zur aktuellen Pumpengeneration erzielt werden.

Die Pulsation wird durch einen neuartigen Regelalgorithmus deutlich verringert. Es erfolgt eine Reduzierung des



PSP Tower

Das Chamäleon unter den Gleichrichtergeräten

Da **jedes Modul** über ein **eigenes Gehäuse** verfügt und **alle Verbindungen außen** sind, kann bei dem **Wunsch nach mehr Leistung** einfach **ein neues Modul** auf den PSP Tower gestellt werden und der Prozess läuft **innerhalb kürzester Zeit** mit **erhöhter Leistung** weiter!



- Weniger Module = hohe Zuverlässigkeit
- Optimaler Wirkungsgrad
- Flexibel einsetzbar – erweiterbar – umbaubar
- Bis zu dreifach höhere Modulleistung
- 1500 A / 25 kW pro Modul
- Geringe Wartungskosten

Energieverbrauchs aufgrund des höheren Wirkungsgrads im Vergleich zu aktuellen Antriebssystemen (bis zu 80 %). Durch die Integration der gesamten Elektronik gestaltet sich die Installation sehr einfach. Die Sicherheit wird durch den Einsatz von Funktionen gemäß IEC 61800 beispielsweise zur Begrenzung des Drucks erhöht.

Mit der neuartigen Kolbenpumpe werden zudem Arbeitsabläufe optimiert, da die Diagnose und Einstellung des Pumpensystems vor Ort erfolgt, statt an einem entfernt liegenden Bedienpult in einem anderen Raum. Bevorstehende Ausfälle der Pumpe werden frühzeitig erkannt, wodurch die Verfügbarkeit der Pumpe planbar wird. Zudem erlaubt das zum Einsatz kommende Kolbensystem auch das Fördern kleinster Lackmengen.

Verospectral® von Poligrat

Bei dem von Poligrat entwickelten System Verospectral® handelt es sich um eine neue Technik zum Färben von Metall. Dabei bleibt der spezifische metallische Charakter der Oberflächen erhalten, gleichzeitig werden ihre Gebrauchseigenschaften optimiert. Bei dem Verfahren handelt es sich um eine glaskeramische, farblose Beschichtung von wenigen Mikrometer Dicke. Zudem kann die komplette Farbpalette in



Effekt durch unterschiedliche vorherige Oberflächenbearbeitung auf unterschiedlich großen Flächen und mit einfacher Auftragsart für die Beschichtung
Copyright: Poligrat



1. Preis: Udo Steinhauer (Karl Wörwag Lack- und Farbenfabrik GmbH & Co. KG), Dr. Martin Riestler (VDMA Oberflächentechnik) und Fabian Schmied (SLF-Oberflächentechnik GmbH) (v.l.n.r.)



2. Preis: Jürgen Meyer (CCT Composite Coating Technologies GmbH) erhält den Preis DIE OBERFLÄCHE – Platz 2 aus den Händen von Dr. Martin Metzner (Fraunhofer-IPA)



3. Preis: Dr. Michael Hilt (Forschungsgesellschaft für Pigmente und Lacke e. V.; links) sowie Dr.-Ing. Erhard Brandl (Audi AG) und Team

frei wählbarer Farbtiefe und Intensität bedient werden.

Auch nach Jahren sind die Beschichtungen sicher reproduzierbar. Spätere Erweiterungen oder der Ersatz von beschädigten Bauteilen ohne Farbabweichungen sind möglich. Das Verfahren ist zum Aufbringen auf Halbzeuge, wie Bleche und Profile, und auf Fertigteile, unabhängig von Werkstoff und Oberflächenfinish geeignet und kann auf verschiedenen Materialien (Edelstahl, Aluminium, Kortenstahl, Zink etc.) angewendet werden. Fassaden, die mit Verospectral®

behandelt werden, werden weitgehend durch Regen schmutzfrei gehalten.

Lesen Sie weiter unter womag-online.de

WOMag-online-Abonnenten steht der gesamte Beitrag zum Download zur Verfügung. Im weiteren werden Inhalte der Vorträge des Forum Oberflächentechnik auf der O&S 2016 zusammengefasst. Der Gesamtumfang des Beitrags beträgt etwa 7 Seiten mit 20 Abbildungen.

Oberflächentechnik für die Mobilität von Morgen – Verfahren und Vergleich

Bericht über das 38. Ulmer Gespräch

Oberflächentechnik für die Mobilität von Morgen – Verfahren und Vergleich war das Motto des 38. Ulmer Gesprächs am 12. und 13. Mai in Neu-Ulm, zu dem Prof. Dr. Wolfgang Paatsch mehr als 70 Teilnehmer begrüßen konnte. Auch wenn Elektrofahrzeuge derzeit noch einen verschwindend geringen Anteil einnehmen, ist doch ein großes Interesse bei den Kunden festzustellen. Im Vordergrund steht dabei das Thema Reichweite. Daraus ergeben sich für die Oberflächentechnik einige Veränderungen, vor allem bei der Beschichtung von Stahlteilen mit Zink und Zinklegierungen. Deutlich steigen wird der Bedarf nach elektrotechnischen Schichten oder Beschichtungen für Komposit-Teile. Es findet ein Wandel statt, zu dem die Themen des diesjährigen Ulmer Gesprächs mit technischen Inhalten beitragen. Weitere Schwerpunkte der diesjährigen Tagung waren die Anforderungen aus Reibung und Verschleiß mit möglichen Lösungsansätzen aus der Oberflächentechnik sowie intelligente Materialien. Vor allem bei den intelligenten Materialien wird deutlich, dass Entwicklungen im Bereich der Oberflächentechnik vor allem von fachübergreifenden Aspekten profitieren werden. Hier sind Anleihen in der Natur ebenso hilfreich, wie Forschungen auf dem Gebiet der organischen und anorganischen Werkstoffe.

Mobilität der Zukunft – Ein visionärer Ausblick

Prof. Dr. Thomas von Unwerth eröffnete die Vortragsreihe mit einer Betrachtung der Mobilität der Zukunft. Dazu schlüsselte er die Rahmenbedingungen für die Entwicklungen auf, angeführt durch den Klimawandel und den Trend zur Nachhaltigkeit. Verknappung von Energie, eine erwartete nahtlose Mobilität, das Wachsen der Städte, die zunehmende Globalisierung, demographischer Wandel und steigendes Sicherheitsbedürfnis sind weitere Megatrends, welche die Entwicklungen antreiben. Neben den Änderungen des Antriebssystems werden Fahrzeuge zunehmend mit Kommunikationsmitteln ausgestattet, bis hin zur vollständigen Vernetzung.

Die weiter wachsenden Megacities – 2050 sollen nach derzeitigen Prognosen bis zu 70 Prozent der Weltbevölkerung in solchen Zentren leben – haben sowohl die Mobilität zu gewährleisten als auch die Umweltverschmutzung zu begrenzen. Auch hierfür leistet die zunehmende Vernetzung der Fahrzeuge erhebliche Unterstützung. Autonomes Fahren nimmt hier einen großen Raum ein, wobei allerdings aus technischer Sicht als auch in Bezug auf die aufzubringenden Kosten sowie die rechtlichen Grundlagen (Haftung) noch viele Fragen offen sind.

Die Digitalisierung und Vernetzung werden seit der Gründung eines Konsortiums 2002 als übergreifendes Projekt verfolgt und sollen in diesem Jahr als einheitliche

Standardisierung abgeschlossen sein. Die Feldeinführung ist für 2019 vorgesehen, ausgehend von ersten Einsatzfällen im LKW-Verkehr auf Autobahnen. Als erste Art eines Assistenzsystems gelten Ultraschallsensoren als Einparkhilfe, die heutzutage in nahezu jedem Fahrzeug zu finden sind. Deren umfassende Einführung in Fahrzeuge hat allerdings mehr als 30 Jahre gedauert, woraus ersichtlich wird, mit welchen Zeiträumen in der Automobilindustrie gerechnet werden sollte.

Das Einsparen an klassischen Energieträgern dient als Treiber für die Entwicklung der Elektromobilität. Einen erheblichen Einfluss haben hier die gesetzlichen Bestimmungen, was Prof. von Unwerth am Beispiel der CO₂-Emissionen verdeutlichte.



probas.plating

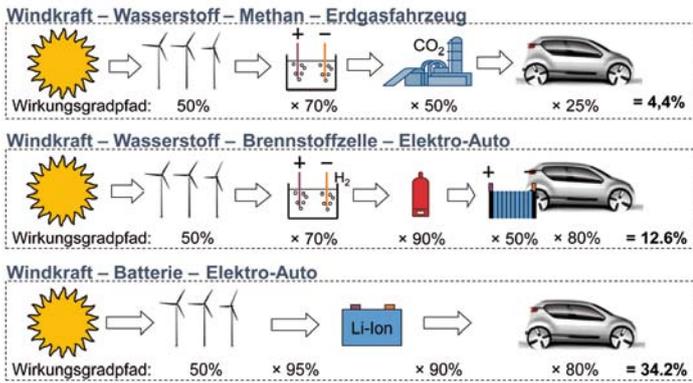
Porschestraße 11
73560 Böbingen an der Rems
Deutschland
T +49 [0] 7173 . 710 98 0
info@probas-plating.com

Galvanotechnik der Spitzenklasse.

Wir sind Ihre Experten für Edelmetallbeschichtungen – **und wir sind Querdenker.**
Für jede Ihrer Anforderungen entwickeln wir eine Idee und finden die passende Lösung
– **und das in nahezu jeder Dimension.**

Profitieren Sie von unserem Plus an Flexibilität, Innovation und Service.
Wir sind für Sie da. Immer. Überall.

Wirkungsgrad-Pfade



Wirkketten im Vergleich

Bild: Prof. T. von Unwerth



Wandel bei den Wertschöpfungsketten durch neue Komponenten im Fahrzeug
 Bild: Prof. T. von Unwerth

Hier spielen sowohl gesetzliche Vorgaben als auch die tatsächlich im Betrieb freigesetzten Mengenangaben eine erhebliche Rolle; sie erfahren permanent einen Wandel. Für den Einsatz selbst gibt es unterschiedliche Ansätze zur Erzielung und Verwendung der alternativen Energie. Bei der Umsetzung von Windkraft in Batterieladefähigkeit und deren Verwendung im Elektroantrieb wird die derzeit höchste Effizienz von mehr als 30 Prozent erreicht.

Ein weiterer wichtiger Punkt auf dem Weg zur E-Mobilität ist die Leistungsfähigkeit der Batterietechnik; hier sind eine Steigerung der Lebensdauer, Leistungsfähigkeit und eine Reduzierung der Kosten erforderlich. Erhebliche Verbesserungen müssen auch aufgrund der Energiespeicherdichte, die bei Benzin am höchsten ist, bei den Elektroantrieben und der Stromspeicherung bewältigt werden. Aus allen diesen Aspekten ergeben sich zahlreiche Anforderungen im Hinblick auf die Bildung von neuen

Zuliefererunternehmen mit den dafür notwendigen Wertschöpfungsketten.

Oberflächentechnik für die Elektromobilität

Wie Rainer Venz einfürend schilderte, wurden bereits vor 1900 die ersten Elektrofahrzeuge vorgestellt. Sie konnten sich allerdings wegen der eingeschränkten Reichweite und der langen Ladezeiten gegen den Benzinantrieb nicht durchsetzen. Dies macht sich auch bei den heutigen Alternativen in Form der Hybridantriebe bemerkbar. Derzeit bremsend wirken die seit einiger Zeit wieder sinkenden Preise für Rohöl, sodass die Einführung der Elektroantriebe nur sehr zögerlich verläuft. Die geringen produzierten Stückzahlen führen derzeit zu hohen Anschaffungskosten, weshalb für Elektrofahrzeuge insgesamt höhere Betriebskosten als für Benzinfahrzeuge anfallen. Als stärkster Markt für Elektrofahrzeuge tritt derzeit China auf, in Europa

ist Norwegen der Vorreiter. In Deutschland waren 2015 knapp 19 000 Elektrofahrzeuge in Betrieb, bei mehr als 44 Millionen Fahrzeugen insgesamt.

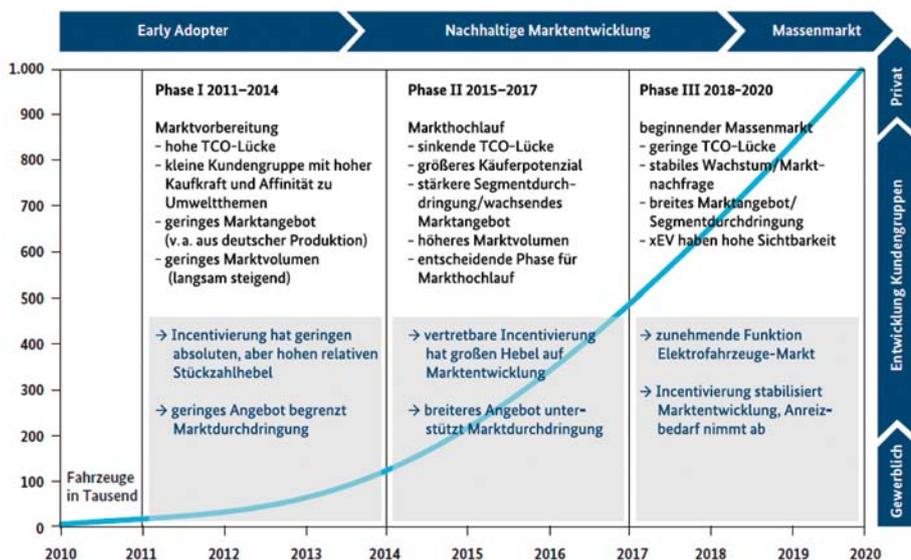
Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Zahl der Ladestationen, die derzeit bei mehr als 5500 liegt und langsamer wächst, als die Zahl der genutzten Fahrzeuge. Um die Situation durch eine höhere Zahl an Ladestationen zu verbessern, werden in Deutschland Förderprogramme angeboten. Andere Staaten setzen auf Motivatoren wie kostenfreies Laden oder bevorzugte Fahrspuren.

Für die Oberflächentechnik ergibt sich vor allem durch die Beschichtung von Verbundmaterialien und Leichtmetallen sowie die Herstellung von elektrotechnischen Komponenten eine zukünftige Geschäftstätigkeit. Entsprechende Schichten müssen einen hohen Verschleißschutz, gute Korrosionsbeständigkeit und gute Übergangswiderstände aufweisen.

Der Einsatz von Aluminium wird nach Ansicht von Rainer Venz nicht weiter zunehmen, da hochfeste Stähle hier bessere Gesamtergebnisse gewährleisten. Die hohe Zahl an zu bewältigenden Entwicklungen wird dazu führen, dass vermutlich auch 2030 noch 90 Prozent der Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor betrieben werden. Aus diesem Grund werden sich in den nächsten Jahren nur geringe Änderungen für den Zulieferbereich der Oberflächentechnik ergeben.

CTAC-Zulassungsantrag

Dr. Sasa Jacob gab einen Überblick zur CTAC-Zulassung (CTAC – Chromium Trioxide Authorization Consortium) für Chromtrioxid. Dazu stellte er zunächst die Aktionspartner ZVO (Zentralverband Oberflächentechnik e. V.) als Partner für die gesetzlichen Belange und Sprachrohr zur Politik sowie die



Marktentwicklung 2010 bis 2012 nach Untersuchungen des BMWi/Report 09-2013

Bild: Venz

Abgeschlossen 01.12.2010, 3,6 Jahre nach In-Kraft-Treten

- 1000 t/a
- 100 t/a umweltgefährliche Stoffe mit Einstufung N, (R50-53)
- 1 t/a für CMR

Abgeschlossen 01.6.2013, 6 Jahre nach In-Kraft-Treten

- > 100 t/a

Offen 01.6.2018, 11 Jahre nach In-Kraft-Treten

- < 100 t/a

Registrierungsfristen für verschiedene Stoffvolumina
Bild: Jacob

DGO (Deutsche Gesellschaft für Galvano- und Oberflächentechnik e. V.) als F&E-Begleiter und -Organisator vor. Für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) ergeben sich Probleme durch das Fokussieren der Gesetzgeber auf den Umweltschutz und nicht auf das Funktionieren der Verfahren. Auch müssen Anbieter von Alternativen nicht darauf achten, dass die Verfahren die selben Eigenschaften bieten wie die bisher eingesetzten Systeme; dies ist Aufgabe des Anwenders. Insbesondere sind aber zahlreiche Abläufe noch ergebnisoffen, da keine Vergleiche zu abgeschlossenen Verfahren vorliegen. Die Registrierung von Stoffen ist für kleine Tonnagen (< 100 T/a) noch im Gange, wogegen diejenige für größere Mengen abgeschlossen ist.

Bisher besteht eine hohe Unsicherheit durch die Unklarheit bei den Anwendungsmöglichkeiten. Dies wirkt sich auf die Planung von Produktionsverfahren in den nächsten Jahren aus. Zugleich entsteht im Fall des Abbaus von Produktionslinien in Europa ein Verlust von Know-how.

Up-Stream-Autorisierungsanträge sind im Moment von CTAC und VECCO in Bearbeitung. Inhalte im CTAC-Antrag sind unter anderem das Formulieren und Herstellen von Mengen, die galvanische Abscheidung von Chrom oder Konversionsschichten. Alternativen zum Einsatz der Produkte (AoA) liegen keine vor, da die Produkte stets in Wasser gelöst werden müssen. Im Rahmen der SEA (SEA – Socio-economic Analysis) zeigte es sich, dass die Risiken etwa um den Faktor 400 geringer sind, als die Verluste bei vollständigem Verbot der Hartverchromungen. Damit wurde nachgewiesen, dass für das Hartverchromen kein allgemeingültiger Ersatz genannt werden kann. Für funktionelles Verchromen liegen die Kosten für die Folgen eines Verbots um den Faktor 10 über den Risiken. Bei funktionellem Verchromen mit dekorativem Charakter ist der Faktor mit etwa 80 deutlich höher. Hier

haben viele FGK-Mitglieder (FGK – Fachverband Galvanisierte Kunststoffe e. V.) einen eigenen Antrag gestellt. Bei den Konversionsschichten als Einsatz in der Luftfahrt konnte bisher aufgrund der hohen Komplexität des Einsatzes keine Entscheidung getroffen werden, ob überhaupt Alternativen möglich erscheinen.

Für alle Verfahren ergab sich, dass die Vorteile des Verchromens dessen Nachteile überwiegen; damit hat der CTAC-Antrag für die erste Periode gute Aussichten auf Gewährung.

3D-MID

Mit multifunktionalen dreidimensionalen Bauteilen befasste sich Dr. Joachim Heyer. Wie er einleitend erläuterte, sind MIDs dazu prädestiniert, bei kleinen Bauräumen eine größere Zahl an mechanischen und elektrischen Funktionen zu erzielen. Ausgehend vom ursprünglichen Ziel, Leiterplatten dreidimensional zu gestalten, werden viele Herstellungstechnologien aus der Leiterplattentechnik genutzt. Heute werden vor allem die Laserstrukturierung, die 2K-Spritztechnik sowie das Heißprägen angewendet. Bei all diesen Verfahren spielt

STARKE OBERFLÄCHEN



WENN ES UM MASSGESCHNEIDERTE OBERFLÄCHEN FÜR HÄRTESTE EINSATZBEDINGUNGEN GEHT, IST RUHL&CO SYSTEMPARTNER DER AUTOMOBIL- UND ZULIFERINDUSTRIE:

62 JAHRE ERFAHRUNG UND MODERNSTE FERTIGUNG AUF 5600M² STEHEN FÜR HÖCHSTE QUALITÄT UND INNOVATION.



GALVANO
TECHNIK

ZINK · ZINK-NICKEL · ZINN-ZINK · ZINK-DRUCK
GUSS-PASS-NANO · KUPFER · MECHANICAL
PLATING-TIKON-BESCHICHTUNG-VERGÜTEN
GLEITMITTEL-BESCHICHTUNG-VERSIEGELUNG



RUHL&CO · ERNST-BEFORT-STR. 1-35578 WETZLAR · TEL 06441-7806-0 · WWW.RUHLGMBH.DE



weitmachen
wenn andere
aufgeben

Bandveredelung
bis 360mm Breite
und 4mm Dicke

Ihr Vertreter in Deutschland:
Otto Brenscheidt GmbH & Co. KG
Herr Oliver Brenscheidt
o.brenscheidt@brenscheidt.com
+49 29 33 90 22 - 13
www.pem.fr





MID im Automobil am Beispiel eines Lenkradbedienerschalters der TRW Bild: Heyer

die Galvanotechnik eine wichtige Rolle zur Herstellung der Leitungsstrukturen.

Im Weiteren ging Dr. Heyer auf die Arbeitsschritte bei den Produktionsverfahren wie Belichten, Ätzen oder galvanischer Leiteraufbau ein, die beispielsweise bei der Herstellung von Antennen für Mobilfunkgeräte in breiten Umfang zum Einsatz kommen. Zur Metallisierung werden vor allem chemisch abgeschiedenes Kupfer und Nickel verwendet. Die Schichtdicken betragen einige Mikrometer.

In Europa finden MID-Teile vor allem für Automobilteile Verwendung, zum Beispiel für Sitz-Verstellschalter. Hierfür wird als Kunststoff PA 6T/66 verwendet. Für Sonnensensoren zur Klimasteuerung wird das MID-Teil aus LCP (LCP – Liquid Cristal Polymers) gefertigt. Für einen Lenkradschalter der TRW wird LCP verwendet, ebenso wie für einen Positionssensor zur Geschwindigkeitsregelung. Das derzeit am häufigsten hergestellte Bauteil (> 10 Mio. Teile pro Jahr) ist ein Drucksensor auf Basis des Kunststoffs LCP. Neu in Planung sind MID-Antennen für Fahrzeuge.

Im Vergleich zu Mobiltelefonen müssen Automobilteile eine deutlich höhere Lebensdauer bewältigen. Dazu ist es notwendig, Erkenntnisse über das Langzeitverhalten von Kunststoffen und die aufgetragenen Leitstrukturen zu gewinnen. Dies geschieht unter anderem im Rahmen von Institutionen wie der Forschungsvereinigung 3-D MID oder FAPS (FAPS – Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung und Produktionssystematik, Erlangen). Mithilfe von Zuverlässigkeitstest, beispielsweise mit zyklischen Temperaturschockbelastungen, werden

Leitfähigkeitsmessungen vorgenommen. Aus diesen Tests ergeben sich auftretende Brüche in den Leitern.

OLED

Über die neue Technologie für Beleuchtungsanwendungen im Automobil, OLEDs, referierte Dr. Christian May. Für Beleuchtungen im Automobil werden flexible Kunststofffolien eingesetzt, die vorwiegend mittels Vakuumtechniken bearbeitet werden. Damit lassen sich die erforderlichen Funktionsschichten herstellen und dies bei Einsatz von Folien und Bandanlagen im Endlosverfahren. Die verwendeten Kunststoffe wie α -NPD und Alq₃ sind aus wenigen Kohlenstoffringen aufgebaut. Als Elektroden für das System fungiert ITO (ITO – Indium tin oxide) und eine metallische Leitschicht aus Magnesium und Silber. Das daraus aufgebaute Funktionssystem kann auf ein Glas- oder Stahlsubstrat aufgebracht werden.

Die Lichtart ergibt sich durch eine Modifikation der unterschiedlichen Systeme, wobei weißes Licht den komplexesten Aufbau erfordert. OLEDs sind interessant, weil es sich um die ersten Flächenlichtquellen handelt, die sich als Ergänzung zur Spot-Lichtquelle anbieten. Zu finden ist diese Art der Lichtquelle in Displays sowie als Beleuchtung. Im Automobil werden OLEDs beispielsweise für die Innenbeleuchtung oder Rückfahrbeleuchtung einsetzbar sein.

Silber-Palladium als Kontakt

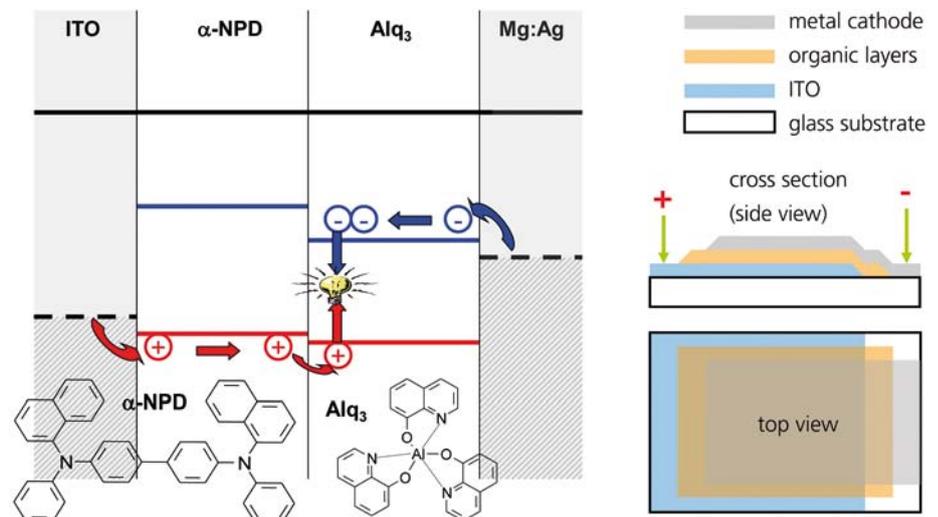
Dr. Sascha Berger befasste sich in seinem Vortrag mit galvanisch hergestellten Kontaktoberflächen aus Silber-Palladium, abgeschlossen aus einem cyanidfreien

Elektrolyten. Da Silber und Palladium lückenlos mischbar sind, lassen sich beliebige Zusammensetzungen herstellen. Dies lässt eine Erhöhung der Anlaufbeständigkeit, der Migration und Festigkeit erwarten, allerdings auch eine Erhöhung des Widerstands. Die Legierung kann als verbesserte Variante im Vergleich zu Silber oder als Alternative zu Hartgold eingesetzt werden.

Für beide Einsatzfälle sollte eine Hochgeschwindigkeitsabscheidung möglich sein. Vorteilhaft ist unter anderem die Tatsache, dass der Silbergehalt über einen breiten Stromdichtebereich relativ konstant gehalten werden kann. Zur Abklärung der verschiedenen Eigenschaften hat sich nach Erfahrungen von Dr. Berger die DoE-Technik bewährt.

Relevante Kenngrößen für solche Schichten sind zum Beispiel der Abrieb, der Verschleiß oder der Kontaktwiderstand. Der Abrieb ist im Vergleich zu Silber markant besser und kommt in den Bereich des Hartgoldes. Silber zeigt bei Temperaturen oberhalb von 160 °C eine erhöhte Durchdiffusion von Sauerstoff mit anschließender Bildung einer Silberoxidschicht an der Unterseite zum Substrat. Dies führt in der Folge zum Abscheren einer Silberschicht. Dies wiederum kann durch Zulegieren von Palladium vermieden werden. Zudem liegt die Härte von Silber-Palladium deutlich über der von reinem Silber. Des Weiteren zeigt Silber-Palladium keine Alterung bei Temperaturen bis 150 °C, das heißt, es findet keine Rekristallisation statt.

Lesen Sie weiter als Abonnent unter: www.womag-online.de



Aufbauprinzip einer OLED, wie er vor knapp 30 Jahren entwickelt wurde

Bild: May

Neues System für galvanische Durchkontaktierung

Komplexe elektronische Schaltungen kommen mit einseitig geführten Leiterbahnen nicht mehr aus. Dann muss auch die Rückseite der Leiterplatte Strom oder Signale übertragen und bei zunehmender Komplexität steigt die Zahl der Lagen weiter. Derzeit lassen sich Prototypen mit bis zu acht Lagen im eigenen Labor herstellen – für die Verbindung dieser Lagen stehen unterschiedliche Methoden zur Wahl.

Bei einer geringen Zahl von Durchkontaktierungen und relativ großen Lochdurchmessern ist eine Verbindung mit Kupfernetzen möglich. Presswerkzeug und Kupfernetze sind in Sets in unterschiedlichen Durchmessern erhältlich. Ein weiteres Verfahren nutzt eine speziell konzipierte Paste, die per Vakuum durch die Löcher gezogen und anschließend im Ofen ausgehärtet wird. Es kann Löcher mit einem Durchmesser bis zu 0,4 mm mit einem Übergangswiderstand von 20 mΩ sicher verbinden.

Für seriennahe Baugruppen, für Multilayer und kleine Löcher bis zu 0,2 mm bietet sich die galvanische Durchkontaktierung an. Bei diesem Verfahren werden Bohrungen in das unstrukturierte Basismaterial eingebracht und diese mit einer leitfähigen Beschichtung versehen. Diese Leiterplatten werden elektrisch ankontaktiert und durch galvanische Abscheidung der eigentliche leitende Pfad hergestellt. An allen leitenden Flächen baut sich im galvanischen Prozess Kupfer auf. Die LPKF-Contac S4 verfügt über sechs Positionen mit allen erforderlichen Stufen: Aktivierung, Reinigung, Galvanisierung. Darüber hinaus kann in einer Arbeitsposition eine Verzinnung stattfinden, die dem Oberflächenschutz dient und die Lötbarkeit verbessert.

Gegenüber den vorherigen Modellen hat die neue LPKF-Contac S4 deutliche Überarbeitungen erfahren: Eine neue Gestaltung der Anodenplatten sorgt – gemeinsam mit dem Reverse Pulse Plating – für einen besonders homogenen Kupferaufbau mit einer Schichttoleranz von nur $\pm 2 \mu\text{m}$. Derart kontaktierte Leiterplatten lassen sich zum Beispiel hervorragend bei dem LPKF-ProtoLaser S4 (Laserquelle im grünen Bereich des sichtbaren Lichts) strukturieren, ohne dass die organischen Trägersubstrate beeinträchtigt werden. Dank einer Reinigungsstufe für Microvias ist die Kontaktqualität auch bei feinen Löchern mit einer Aspekt-Ratio von 1:10 gewährleistet.

Erstmals kommt in der LPKF-Contac S4 ein neues Bedienkonzept mit Touch-Panel zum Einsatz. Die Bedienung führt den Anwender Schritt für Schritt durch den Prozess und stellt sicher, dass auch Bediener ohne Chemikerkennnisse den Prozess erfolgreich durchlaufen können. Das System ist wartungsarm und durch hochwertige Materialien gegen Verfärbungen geschützt.

Die LPKF Laser & Electronics AG produziert Maschinen und Lasersysteme, die in der Elektronikfertigung, der Medizintechnik, der Automobilindustrie und bei der Herstellung von Solarzellen zum Einsatz kommen. Rund 20 Prozent der Mitarbeiter sind im Bereich Forschung und Entwicklung beschäftigt.

☞ www.lpkf.de

Wissen nutzen –
erfolgreicher sein!



© CleanLaser

Über 200 Veranstaltungen
auf www.otti.de

7. Fachtagung

Reinigen und Vorbehandeln in der Oberflächentechnik

15. bis 16. November 2016 in Karlsruhe

- Basiswissen zur industriellen Reinigung von Glas-, Kunststoff- und Metalloberflächen
- Wie finde ich das richtige Reinigungsverfahren? Troubleshooting
- Fokussierung auf die Werkstoffe Glas, Kunststoff und Metall jeweils mit
 - Spezifika der jeweiligen Materialoberfläche
 - typischen Verschmutzungsarten
 - Verfahrenstechnik
- Vermeidungsstrategien von Kontaminationen und Wiederverschmutzung – Analytik und Bewertung der Sauberkeit
- Erfahrungsberichte und konkrete Anwendungsbeispiele aus der betrieblichen Praxis
- Expertendiskussion an Thementischen zur „Glaskorrosion“, zur „Wasseraufbereitung“ und zur „Messung der Oberflächenspannung“
- Netzwerken
- Begleitende Fachausstellung

Ostbayerisches Technologie-Transfer-Institut e.V. (OTTI)
Regensburg · Telefon +49 941 29688-25
E-Mail ilona.lamour@otti.de

www.otti.de

REACH, ECHA und die public consultation...

Von Dr. Malte-Matthias Zimmer

Seit einigen Tagen (und noch bis zum 22. Juni) stehen erneut Autorisierungsanträge auf der ECHA Website zur *public consultation* [1]. Erneut ist die Öffentlichkeit zur Kommentierung aufgerufen. Dieser Prozessschritt ist ein wesentlicher Teil für die Transparenz des Gesamtvorgangs. Zusätzlich bietet er grundsätzlich für ECHA und Kommission die Möglichkeit, mehr Informationen zu sammeln und die Entscheidungen damit zu objektivieren. Jedem Kommentierenden soll ermöglicht werden, die Entscheidungsgrundlage für die zuständigen Behörden zu erweitern.

Manches an der Durchführung der *public consultation* ist jedoch überraschend.

Verständlich ist noch die zeitliche Begrenzung. Schließlich muss die Behörde den Vorgang gezielt fortsetzen können. Andererseits sind 8 Wochen ein sehr kurzer Zeitraum; denn für eine detaillierte Kommentierung der umfangreichen Dokumente der Konsultation – zumal, wenn es mehrere Anträge sind, die kommentiert werden sollen – bedarf es recht umfangreicher Informationssammlungen. Kaum ein Unternehmen dürfte darauf vorbereitet sein; und kaum ein Unternehmen kann es sich leisten, seine kompetenten Mitarbeiter über diesen Zeitraum im Schwerpunkt für eine Kommentierung einzusetzen!

Erstaunlich ist, dass die Website der *public consultation* allein in Englisch betrieben wird. Sogar die Anträge werden ausschließlich in Englisch veröffentlicht. Selbst in anderer Sprache eingereichte Dossiers werden übersetzt! Steht damit nicht ein Antrag zur Kommentierung, der so nie eingereicht wurde? Wird damit nicht in Kauf genommen, dass Downstream user, die den Antrag für sich in Anspruch nehmen wollen, ihn gar nicht exakt verstehen und somit für sich nicht nutzen können? Und wer prüft, ob sich die Kommentare auch auf korrekt übersetzte Passagen beziehen?

Potentielle Kommentierer müssten den Antrag (oder die Anträge) womöglich erneut übersetzen. Ein Vorgang, der sehr kostspielig ist und selbst die ECHA Monate kostet.

Das Absonderlichste ist jedoch die Form, in der ein Kommentar erwartet wird.

Obwohl der Antrag die Betrachtung der Risikosituation, der wirtschaftlichen Gegebenheiten und der Alternativsituation umfasst, wird hier nur nach den Alternativen gefragt [2]. Warum soll man weder die Risikosituation noch die ökonomischen Gegebenheiten mit Informationen weiter erhellen?

Darüber hinaus ist nicht vorgesehen, dass ein Kommentar das Nichtvorhandensein von Alternativen zum Inhalt hat. Es wird direkt nach anderen Technologien gefragt. Das Webformular beinhaltet keine anderen Möglichkeiten. Betroffene, die einen Kommentar abgeben möchten, stoßen auf diverse Erschwernisse und Begrenzungen. Die Art dieser Begrenzungen legen den Schluss nahe, dass nur eine bestimmte Art von Informationen berücksichtigt werden soll. Bewusst oder unbewusst wird nur ein Teil der Intentionen von REACH durch die *public consultation* gefördert – die Suche nach angeblichen Alternativen.

REACH erwartet jedoch erheblich mehr, sein Ziel ist die grundsätzliche Verringerung von Risiko sowie die Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit (siehe REACH-VO, Erwägung der Gründe (1)). Substitution kann ein Weg sein, soll auch bevorzugt werden. Doch Substitution ist kein absolutes Mittel, nicht das einzige. Die Reduktion auf diesen einzelnen Aspekt kann nicht im Sinne der Verordnung sein – und schon gar nicht im Sinne zweckmäßiger und verhältnismäßiger Maßnahmen!

Die Art der *public consultation* scheint zweierlei zu fokussieren:

- Erstens die ausschließlich Frage nach anderen Technologien, die sich irgendwie als Alternative eignen könnten. Damit läuft die gesamte Befragung Gefahr, sich in längst diskutierten technologischen Fragen und Marketing-Kommentaren zu verlieren. Inwieweit dies die in den technologischen Details unerfahrenen Behörden beurteilen können bleibt abzuwarten.
- Zweitens sollen die Vorgaben der Konsultation offensichtlich die Bearbeitung für die Behörden und ihre Mitarbeiter erleichtern. Das ist verständlich, sollte



aber bei einem so schwerwiegenden Eingriff in die Wirtschaft nicht im Vordergrund stehen. Englisch mag gewohnte Hauptsprache der Verwaltung sein – für die Mehrzahl der EU-Bürger gilt dies jedoch nicht. Somit wird es erschwert, den Verwaltungsprozessen zu folgen. Man stelle sich vor, ein deutscher Bundesbürger hätte sich vor einem englischen Gericht zu behaupten! Auch die Mitarbeiter der EU sind Staatsdiener, die es vor allem der Gesellschaft ermöglichen sollen, die Regularien mit minimalem Aufwand befolgen zu können.

Auch davon hängt unser aller Wohlstand ab.

Literatur

- [1] <http://echa.europa.eu/de/addressing-chemicals-of-concern/authorisation/applications-for-authorisation>
- [2] https://comments.echa.europa.eu/comments/cms/AfA_Comments.aspx

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

DGO-Bezirksgruppe Stuttgart zu Gast bei Schlötter in Geislingen

Im März war die DGO-Bezirksgruppe Stuttgart zu Gast bei der Dr.-Ing. Max Schlötter GmbH. Im Tagungssaal des Geislinger Galvanikunternehmens erhielten die



Ralf Krauß bei seinem informativen Vortrag

Teilnehmer anwendungsbezogene Informationen zu Korrosionsschutz und Schadensanalyse.

Ralf Krauß, Leiter der FuE Arbeitsgruppe Korrosionsschutzsysteme von Schlötter stellte in seinem Vortrag einen Vergleich von alkalischen und schwach sauren Zink-Nickel-Legierungsverfahren an. Hierbei zeigte er die Einsatz- und Anwendungsgebiete sowie die Stärken und Schwächen der beiden Verfahren auf. Anschließend stellte er das neue schwach saure Zink-Nickellegerungsverfahren SLOTOLOY ZN 1000 von Schlötter vor. Dieses zeichnet sich durch eine deutlich geringere Gesamtmetallkonzentration aus. Ein reduziertes Anbrennverhalten, eine verbesserte Legierungsverteilung und besseres Benetzungsverhalten für

nachfolgende Prozesse sind weitere Vorteile des neuen Verfahrens.

Den zweiten Vortrag hielt Reinhardt Müller, Schadensanalytiker der Schlötter-Serviceabteilung. Müller referierte über die möglichen Ursachen für das Versagen von galvanischen Beschichtungen. Hierbei zeigte er anhand von Schliff- und REM-Bildern realer Schadensfalluntersuchungen eindrucksvoll den Einfluss von Zusammensetzung und Beschaffenheit des Grundmaterials und somit dessen Bedeutung für ein gutes Beschichtungsergebnis auf. Des Weiteren wurden auch Beschichtungsfehler vonseiten der Anwender aufgezeigt und wie diese zu vermeiden sind. Die Teilnehmer nutzten den praxis- und anwendungsbezogenen Vortrag durch zahlreiche Rückfragen zum Erfahrungsaustausch. Der BG-Abend fand seinen Ausklang im gemütlichen Ausflugslokal Obere Roggenmühle.

➔ www.schloetter.de

Verband für die Oberflächenveredelung von Aluminium e.V. (VOA)

Gemeinsam dem Fachkräftemangel die Stirn bieten – VOA stellt Ausbildungsflyer *Berufe für die Zukunft* vor

Auch die Mitglieder des Verbandes für die Oberflächenveredelung von Aluminium e. V. (VOA) hält der Fachkräftemangel

weiter in seinem Bann. Sinkende Geburtenraten in der Vergangenheit sowie die abnehmende Bereitschaft, einen Ausbildungsberuf zu erlernen, erschweren es den Unternehmen zunehmend, geeigneten Nachwuchs für die Ausbildungsberufe Oberflächenbeschichter/in (Eloxierer/in) sowie Verfahrensmechaniker/in für Beschichtungstechnik zu finden.

Die VOA-Ausbildungsinitiative setzt genau hier an und unterstützt die Unternehmen der Branche im Bereich der Ausbildung. Aktuell entwickelte der VOA gemeinsam mit der gewerblichen Schule Schwäbisch Gmünd Informationsbroschüren über die Ausbildungsberufe im Bereich der Oberflächenveredelung. Neben den Voraussetzungen und Anforderungen, die mögliche Bewerber/innen zu erfüllen haben, werden die beiden Berufsfelder attraktiv beschrieben. Alle interessierten Unternehmen der Branche haben die Möglichkeit, sich diese Flyer über die Homepage des VOA herunterzuladen und mit ihren Daten zu versehen. Damit können Unternehmen interessierte Jugendliche auch in Schulen ansprechen und für den Beruf gewinnen. Ebenso können die Flyer bei der Bundesagentur für Arbeit, den Kommunen sowie an anderen öffentlichen Stellen – individualisiert für das Unternehmen – verbreitet werden. VOA-Mitglieder können die Druckausgaben kostenfrei bestellen.

Weitere Informationen sind auch unter

www.facebook.com/voade

zu finden.

➔ www.voa.de

Patente

PS – Patent Deutschland
EP – Europapatent
WP – Weltpatent

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

Normen

INSERENTENVERZEICHNIS

Airtec-Mueku GmbH	23	L&R Kältetechnik	21	Ruhl & Co. GmbH	37
Otto Brenscheidt GmbH	23	Munk GmbH	33	Stohrer IPT AG	29
Otto Dilg	27	OTTI e.V.	39	Schroeder + Bauer	U2
Doerken MKS	U4	PEM	37	STZ Oberflächen-/Beschichtungstech.	15
Inovan GmbH & Co. KG	11	Poeton Industries Ltd.	19	ZVO e.V.	Beilage
Kleiner GmbH	9	Probas.plating	35		



**Wir sind da, wo man uns braucht.
Also überall.**

Wohin man auch kommt: Überall auf der Welt steht Dörken MKS-Systeme für Qualität und Service. Das liegt zum einen an unseren Produkten aus der Zinklamellentechnologie, zum anderen aber auch an unserer Kundennähe, die wir wörtlich nehmen. Mittlerweile betreuen wir 150 lizenzierte Beschichtungsunternehmen in 33 Ländern und können somit auch international immer gleichbleibende Premium-Qualität garantieren. Denn für uns bedeutet Globalität, einfach näher vor Ort zu sein – egal, wie weit dieser Ort von Herdecke entfernt ist. Mehr Infos unter: www.doerken-mks.de