

WOMag

BAND 4
ISSN 2195-5905

Kompetenz in Werkstoff und funktioneller Oberfläche | 11 / 2015



Degradierbare Implantate – Medizin-
technische Entwicklungen des IFAM

Chemisch Nickel-Dispersionsschichten
in Verschleißschutzanwendungen

Neue Erkenntnisse beim Hartanodisieren
– auch bei Elektrolyttemperatur über 0 °C

Lasermaterialbearbeitung
in der Oberflächentechnik

Chemisch abgeschiedene
Nickelschichten gewähren
hohen Verschleißschutz



Wussten

Sie schon, dass...

...Sie sich
teure Prozesse
sparen
können



SpeedMask®:

Die lichthärtende Maskierungstechnologie von Dymax ist vielseitig anwendbar und beschleunigt Produktionsprozesse.

Bei anspruchsvollen Maskierungen bietet **SpeedMask®** durch Schnelligkeit und Präzision Einsparpotenzial im Produktionsprozess. Es härtet mit Licht sekundenschnell aus, lässt sich einfach und spurlos entfernen und ist automatisiert anwendbar.

Deshalb ist SpeedMask® schon heute erste Wahl für mehr Effizienz. Jetzt Sparpotenzial freisetzen und weitere Vorteile entdecken:

>> speedmask.de

 **DYMAX®**

Neue Technologien sind gefragt



Derzeit ist es im Bereich Technologie relativ schwer, ohne einen Kommentar zum Thema Automobil und insbesondere zur Diesellaffäre durch den Tag zu kommen. Die Befürchtungen wachsen, dass sich die Aktivitäten zu den Abgaswerten zu einer breiten Krise in der Automobilwirtschaft ausweiten könnten und dies wird dann sehr wahrscheinlich den Wirtschaftsstandort Deutschland erkennbar treffen. Vielleicht bedeutet es aber auch eine Chance für die viel diskutierten und seit langem erwarteten Alternativtechnologien zum bewährten Verbrennungsmotor. Eine der Möglichkeiten wird dem Antrieb mit Wasserstoff eingeräumt. Dieser wird in einer Brennstoff-

zelle direkt in elektrischen Strom umgewandelt. Die Reaktionen sind die Umkehrung der bekannten Wasserzersetzung durch Wasserelektrolyse mit Gleichstrom. Als besonderer Vorteil wird die Tatsache genannt, dass nur Wasser als Endprodukt entsteht. Schädliche Abgase sind somit kein Thema, ohne dass dafür Katalysatoren im Abgasstrom aktiv werden müssen, die wiederum durch softwaregestützte Messtechnik manipuliert werden könnten.

Brennstoff eines solchen Antriebs ist Wasserstoff, der unter hohem Druck in flüssiger Form getankt wird. Genau hier wurde bisher der Nachteil des Antriebs für Fahrzeuge im öffentlichen Straßenverkehr gesehen. Der flüssige Wasserstoff muss unter einem Druck von etwa 700 bar, also dem 700fachen des Luftdrucks auf Meereshöhe, gehalten werden. Dafür wird eine hohe Sicherheit für den Tank sowie eine besondere Betankungstechnik gefordert.

Ein weiterer Vorteil der Technologie mittels der durch Wasserstoff gespeisten Brennstoffzelle ist die schnelle Betankung im Vergleich zu den langen Ladezeiten von Akkumulatoren. Auch wenn deutsche Automobilunternehmen zu den besten und innovativsten der Welt zählen, geht wieder einmal das japanische Unternehmen Toyota mit seinem Modell Mirai als erster mit der neuen Technik auf den Markt – beim Akku ist bekanntlich Tesla Motors aus den USA das Unternehmen, das hier Pionierarbeit leistet. Der Moment für den Marktauftritt scheint im Hinblick auf die Diesellaffäre auf jeden Fall gut gewählt – wie sich die Antriebstechnik entwickelt werden die nächsten 10 oder 15 Jahre zeigen.

Neue Technologien im Bereich der Oberflächentechnik werden im übrigen auf der O&S 2016 präsentiert. Dafür ist jetzt auch der Aufruf zur Einreichung von Vortragsthemen angelaufen. Innovative Unternehmen und Institute können sich unter

www.ounds-messe.de/de/callforpapers_forum

für Vorträge anmelden und ihre neue Verfahren oder Dienstleistungen präsentieren. Vielleicht tragen diese dazu bei, das Vertrauen in die Hochtechnologien aus dem europäischen Raum wieder in das ihr gebührende gute Licht zu rücken.

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

Leading the way in pumps and filters



MAGNETPUMPEN
TAUCHPUMPEN
FILTERSYSTEME

25 + JAHRE



Wir sind dabei!



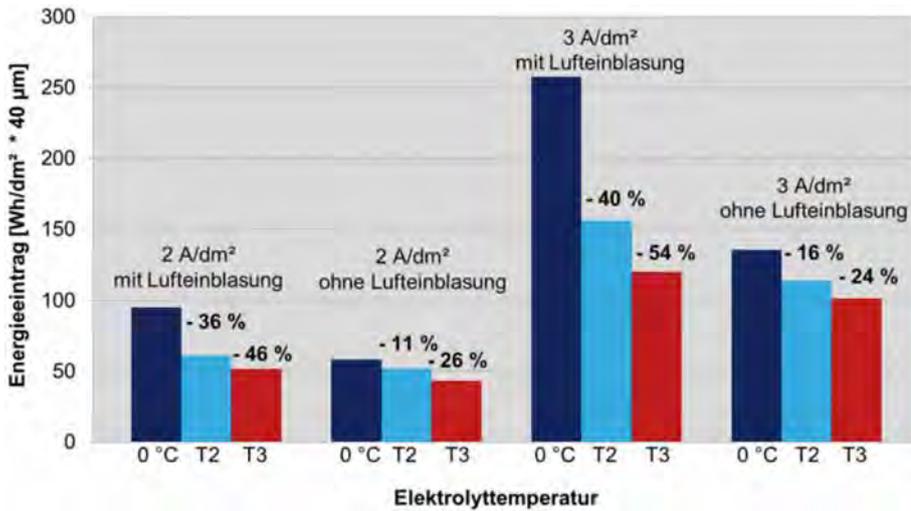
productronica 2015

Halle B1, Stand 459

www.platten-filter.de

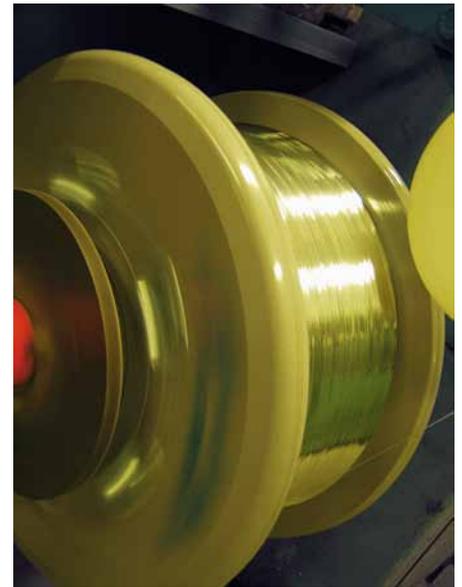
Sager + Mack GmbH
Max-Eyth-Str. 13/17

74532 Ilshofen-Eckartshausen
www.sager-mack.com



Hartanodisieren bei Temperaturen oberhalb von 0 °C bringt Energieeinsparung

23



Drahtgalvanisierung

29



Degradierbare Implantate

17



Werkstofftag Pforzheim

26



Leichtbaukunststoff

28

WERKSTOFFE

Positionsbezogene Echtzeitüberwachung und dreidimensionale Visualisierung

4

Fraunhofer-PAZ entwickelt faserverstärkten Kunststoff für mobile Leichtbauanwendungen

7

Produktiv und hochflexibel – Bauteile für Flugzeugindustrie äußerst wirtschaftlich fräsen

8

Maßgeschneidert zum künstlichen Fingerabdruck – Tribotouch simuliert Handabrieb auf Oberflächen

10

WERKSTOFFE

Bürstanlagen reinigen und entgraten unterschiedlichste Materialien sicher und effizient – Interview mit Rüdiger Dilg

12

Werkstoffaspekte in der Oberflächentechnik – Pforzheimer Werkstofftag 2015

14

MEDIZINTECHNIK

Degradierbare Implantate – Aktuelles aus der medizintechnischen Forschung und Entwicklung des Fraunhofer IFAM

17

OBERFLÄCHEN

Chemisch Nickel-Dispersionsschichten in Verschleißschutzanwendungen

20

Automatisierte Prozessabläufe in der funktionellen und dekorativen Oberflächenbehandlung

22

Neue Erkenntnisse beim Hartanodisieren – Muss der Elektrolyt auf 0 °C abgekühlt werden?

23

Lasermaterialbearbeitung in der Oberflächentechnik

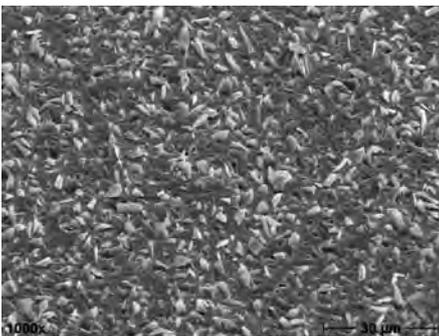
26

Verschleißfeste Oberflächen für Filmequipment

28



Automatisierte Prozesse in Kleinanlagen zur galvanischen Beschichtung 22



Nickel-Dispersionsschicht 20



Laserbearbeitung in der Oberflächentechnik 26

OBERFLÄCHEN

Neubau Regenerierstation für Ionenaustauscher	28
Metallisierte Bänder und Drähte garantieren Fortschritt in der Elektrotechnik	29
VLM KlimaCORR – Korrosionsprüfruhe bis -20 °C	36
Klare Kante – Chemisch abgeschiedenes Nickel für kritische Bauteile	32
Schaulaufen der Oberflächentechnik – Teil 2 des Berichts zu den ZVO-Oberflächentagen 2015	35

VERBÄNDE

Schrauben & Co – Verbindungselemente und die REACh-Verordnung	37
---	----

RUBRIKEN

Markus Hauber erweitert Vertriebsteam bei Sager + Mack	39
IFO unterstützt Qualisino Meeting	39
Ausbildungskooperation	39
Normen	40
Inserentenverzeichnis	38

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 Anzeigenpreisliste Nr. 4 vom 1. Oktober 2014

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, 2015

Zum Titelbild: Chemisch abgeschiedene Nickelschichten bieten sowohl einen hohen Schutz gegen Verschleiß als auch einen guten Korrosionsschutz. Zudem zeichnet sich die Abscheidung durch eine sehr gleichmäßige Schichtdicke aus; Beitrag Seite 32ff.

Positionsbezogene Echtzeitüberwachung und dreidimensionale Visualisierung

3D-Landkarte von additiven Bauteilen bis in den Mikrometerbereich in Echtzeit durch koaxiale Inspektion mit QMmeltpool 3D

Aktive Qualitätssicherung zählt zu den wichtigsten Forderungen von Anwendern additiver Fertigung. Die Überwachung von Kennwerten einer Laserschmelzanlage hinsichtlich Sauerstoffgehalt, Temperatur, Laserleistung und Pulverqualität zählt heute zu den Standards. Allerdings ist eine umfassende Aussage über die Güte des Bauteils auf Grundlage dieser Anlagenparameter nicht zu treffen. Mit In-situ-Prozessüberwachungssystemen auf Basis eines On-axis-Systems ist es jedoch möglich, Hinweise auf Defekte während des Bauteilaufbaus zu erhalten. Concept Laser, Pionier des LaserCUSING, stellt nun ein Tool für die positionsbezogene Echtzeitüberwachung und dreidimensionale Visualisierung vor. Der nächste Qualitätslevel mit QMmeltpool 3D wird ab 2016 für die Anlagen M1 cusing und M2 cusing zur Verfügung stehen.

Die In-situ-Prozessüberwachung zählt zu den strategischen Technologiefeldern von Concept Laser, welche der Anlagenbauer nun um das QMmeltpool 3D zur dreidimensionalen Echtzeitüberwachung erweitert. Das LaserCUSING-Verfahren ist aufgrund hoher Scan-Geschwindigkeiten und hoher Laserleistungen ein sehr dynamischer Prozess, der durch verschiedenste Prozessfaktoren beeinflusst wird. In anspruchsvollen Branchen, wie zum Beispiel Medizintechnik, Automotive sowie Luft- und Raumfahrt, gelten strikte Sicherheits- und hohe Qualitätsanforderungen. QMmeltpool 3D liefert in Echtzeit qualitätsrelevante Daten zur Prozessüberwachung und -dokumentation. Das System erfasst positionsbezogene Charakteristika des Schmelzbades während der Entstehung des Bauteils (Abb. 1). Diese Daten können in einer dreidimensionalen Landkarte visualisiert und vom Anwender analysiert werden. Nach Auskunft des Herstellers ist das Analyse-Tool mit der HD-Auflösung der Computer-Tomografie (CT) vergleichbar.

Prozessüberwachung mit QMmeltpool

Das QMmeltpool-System detektiert Schmelzbademissionen, die während des Aufschmelzvorgangs in Form von Strahlung im infraroten Bereich entstehen, mit koaxialen Sensoren. Der koaxiale Aufbau ermöglicht die Beschränkung auf eine kleine *Region of Interest* mit einer hohen lokalen Auflösung bei großen Abtastraten (je nach Detektortyp bis zu 50 kHz).

Diese Schmelzbadüberwachung ermittelt zwei Kenngrößen: Die Schmelzbadfläche und die Schmelzbadintensität. Diese Kenngrößen können entsprechenden Prozessfehlern zugeordnet werden. Zum Beispiel

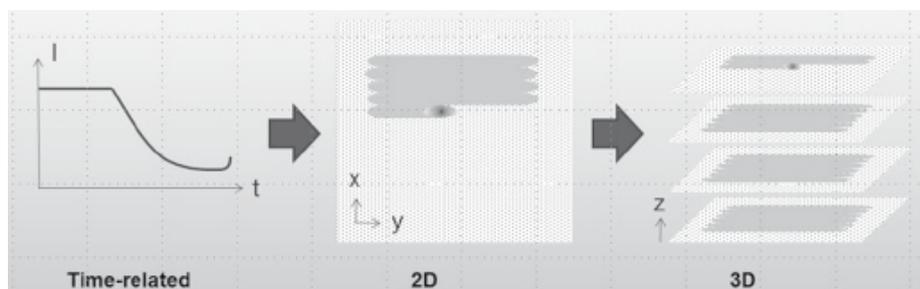


Abb. 1: Durch positionsbezogene Analyse des Entstehungsprozesses jedes Bauteils mit QMmeltpool 3D werden lokale Effekte beim Bauteilaufbau erkannt

kann eine geringe Schmelzbadintensität auf eine zu geringe Laserleistung oder eine zu hohe Scan-Geschwindigkeit, das heißt einen zu geringen Energieeintrag, hinweisen. Änderungen in der Fläche des Schmelzbades können außerdem ein Hinweis auf eine Variation des Sauerstoffgehalts in der Prozesskammer sein. Da die Bauteilgeometrie ebenfalls Auswirkungen auf die thermischen Verhältnisse im Prozess hat, sind Referenzproben sowie ein hohes Maß an Prozessverständnis notwendig, um die Veränderung der Daten während des Prozesses richtig zu deuten und zu analysieren. In einer 2D-Schmelzbadüberwachung werden die Signale als Mittelwerte pro Bauteil und pro Schicht geliefert. Diese 2D-Sichtweise ermöglicht eine eingeschränkte Interpretation lokaler Fehlerstellen.

Überwachung in drei Dimensionen

Die bisherige, zeitbezogene 2D-Überwachung des Bauprozesses wird zur positionsbezogenen 3D-Landkarte. Statt ausschließlich zeitbezogener Daten liefert das System nun, der Computer-Tomografie (CT)

vergleichbar, zusätzlich positionsbezogene Signale zur eindeutigen Zuordnung (Abb. 1). Diese Signale ermöglichen die Generierung von 3D-Datensätzen des Bauteils beziehungsweise dessen Aufbaus. Damit entsteht eine sehr genaue 3D-Landkarte des Bauteils. Im Detail bedeutet dies die Ermittlung charakteristischer Eigenschaften des Schmelzbades. Dazu zählt die Fläche und Intensität des Schmelzbades, welche mittels zweier Detektoren, Kamera und Photodiode, mit hoher örtlicher und zeitlicher Auflösung untersucht werden kann. Im Anschluss werden diese Signale mit den entsprechenden Positionsdaten des Lasers korreliert.

Dieser Abgleich ist das eigentlich Besondere bei QMmeltpool 3D: Schmelzbadsignale, wie Schmelzbadfläche und Schmelzbadintensität, können so direkt nach dem Abschluss des Bauprozesses dreidimensional visualisiert und ausgewertet werden. Der Anwender kann den Entstehungsprozess jedes Bauteils positionsbezogen nachvollziehen. Lokale Effekte beim Bauteilaufbau lassen sich nun besser erkennen und analysieren.

Koaxiale Integration mit dem On-axis-Ansatz

Der neue Ansatz basiert auf einer Erweiterung der 2D-Inspektion in den 3D-Raum, mit einer koordinatenbezogenen Datenerfassung der Schmelzbadwerte. Klassische Off-axis-Inspektionen weisen eine geringere Auflösung und eine niedrigere Erfassungsrate auf. Zum Einsatz kommt beispielsweise eine infrarot-sensitive Kamera, welche außerhalb der Prozesskammer – also ex situ – positioniert ist (Abb. 2). Vorteil dieser Ex-situ-Lösung ist die einfache Systemintegration von Anlage und Kamerasystem.

Ein Off-axis-Aufbau ermöglicht Aussagen über das gesamtheitliche Aufschmelz- und Abkühlverhalten. Eine detaillierte Aussage über das Schmelzbad ist jedoch nicht ableitbar. Der On-axis-/In-situ-Aufbau beruht auf

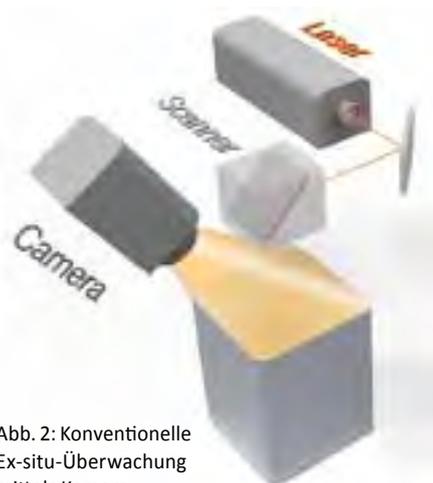


Abb. 2: Konventionelle Ex-situ-Überwachung mittels Kamera

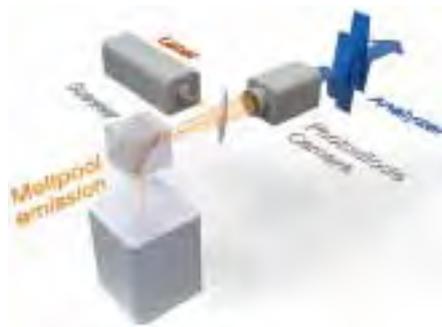


Abb. 3: In-situ-Überwachung des Schmelzbades mit QMmeltpool 3D: Eine Photodiode und eine Kamera überwachen koaxial durch die Optik des Lasers positionsgenau das Schmelzbad hinsichtlich Fläche und Intensität

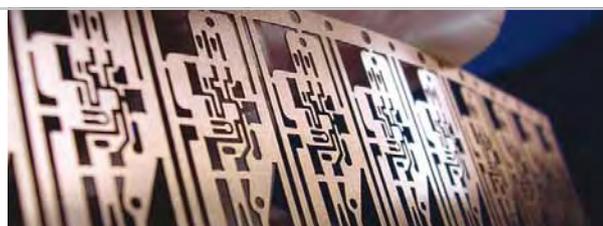
einer koaxialen Anordnung der Detektoren (Abb. 3). Als Detektoren kommen eine Kamera und eine Photodiode zum Einsatz, die dieselbe Optik nutzen, wie der Laser. Diese koaxiale Integration ermöglicht eine hohe koordinatenbezogene 3D-Auflösung von 35 µm. Die Erkennungsrate ergibt sich aus der Scan-Geschwindigkeit. Liegt diese bei 1000 mm/s, so ergibt sich 100 µm, also die Distanz, für die je eine Aufnahme erzeugt wird. Bei 2000 mm/s liegt der Wert bei 200 µm. Die Abtastrate der Kamera gibt Concept Laser mit > 10 kHz und 50 kHz für die Photodiode an. Die koaxiale Anordnung hat den Vorteil, dass die Schmelzbademissionen stets auf einen Punkt der Detektoren fokussiert werden und der Bildausschnitt verkleinert und somit auch die Abtastrate erhöht werden können. Eine detaillierte Analyse der Schmelzbadcharakteristika ist so möglich.



Abb. 4: Effekte durch Variation der Laserleistung am Beispiel des Kabinenhalter Bracket des Airbus A350 XWB der Airbus Operations GmbH: Der Defekt ist optisch nicht erkennbar, wird aber durch die Prozessdaten von QMmeltpool 3D erschlossen (rechts das Bauteil mit geringer Laserleistung, links das Bauteil mit Standard-Leistung)

Mögliche Fehlerquellen beim Laserschmelzen

Defekte, welche beim Laserschmelzen entstehen, sind auf verschiedenste Einflussfaktoren zurückzuführen: Beispiele sind Scan-Geschwindigkeit oder Laserleistung (Abb. 4). Prozessfehler können zum Beispiel durch zu geringe oder zu große Scan-Geschwindigkeiten entstehen, die einen zu großen oder zu geringen Energieeintrag auslösen. Ein zu geringer Energieeintrag im Pulverbett führt zum Beispiel zu nicht aufgeschmolzenem Pulver in Form von unregelmäßig geformten Poren. Ist der Energieeintrag zu hoch, können Gasinkclusionen entstehen, die regelmäßig runde geformte Poren in Schlibbildern aufweisen.



Wir entwickeln Lösungen für perfekte Oberflächen

Made in Germany



Mit Bürstmaschinen von Dilg schonend und gründlich reinigen, entgraten, kantenverrunden

Seit über 40 Jahren steht der Name Dilg für höchste Standards in Qualität, Technologie und Ausführung von hochleistungsfähigen und zuverlässigen Bürstanlagen. Wir bieten sie in Arbeitsbereichen von 400 mm bis zu Sonderbreiten von 1500 mm, auch mit doppelseitiger Bearbeitung.

Gerne entwickeln wir kundenspezifische Anlagen für Ihre speziellen Anforderungen.

Sprechen Sie uns an: info@otto-dilg.de, Tel: +49 (0) 81 65 / 95 87-0 · www.otto-dilg.de

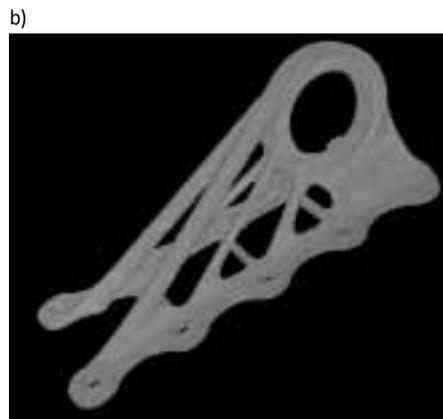


Abb. 5: Kabinenhalter *Bracket* des Airbus A350 XWB der Airbus Operations GmbH mit Standardleistung (a) und Darstellung QMmeltpool 3D (b)

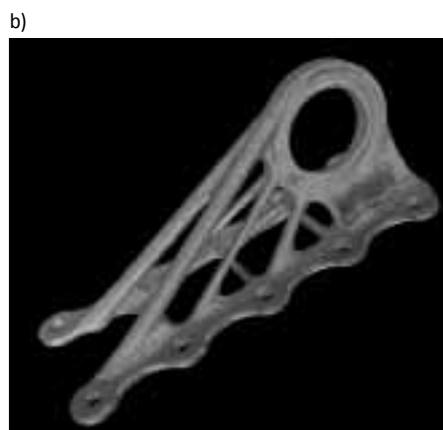


Abb. 6: Kabinenhalter *Bracket* des Airbus A350 XWB der Airbus Operations GmbH mit reduzierter Laserleistung (a) und Darstellung QMmeltpool 3D (b)

Auch der Prozessgasstrom, der Werkstoff und viele weitere Faktoren können Einfluss auf Prozess und Bauteilgüte nehmen. In-situ-Überwachungssysteme können, dank hoher Auflösung und Abtastraten (je nach Scan-Geschwindigkeit alle 0,1 mm) Prozesscharakteristika in Echtzeit detektierten (Abb. 5 und 6). In-situ-Überwachungssysteme liefern deshalb einen wichtigen Beitrag, um Prozessfehler frühzeitig zu erkennen und zukünftig zu vermeiden. Es ist für den Anwender ein Werkzeug zur Optimierung des Prozesses.

Möglichkeiten und Grenzen

Den QS-Aufwand minimieren und Zeitvorteile nutzen, sind die Effekte von QMmeltpool 3D. Das System kann lokale Hinweise auf fehlerhafte Stellen im Bauteil liefern.

Nachgelagerte Prüfungen und Tests könnten somit minimiert werden. Zudem stehen die Daten unmittelbar nach Bauprozess zur Verfügung, sodass sich auch Einsparungen in zeitlicher Hinsicht ergeben. Eine Fehlerbehebung während des Bauprozesses ist durch QMmeltpool 3D nicht möglich. Aufgrund der Vielzahl der Einflussfaktoren, die Fehler im Bauprozess beziehungsweise am Bauteil bedingen können und der hohen Dynamik des Prozesses, stellt die Entwicklung eines selbstkorrigierenden Regelkreises eine große Herausforderung dar.

Ausblick

Der praktische Mehrwert der dreidimensionalen Visualisierung mit QMmeltpool 3D ist aber nicht nur ein originäres Mittel zur aktiven Qualitätssicherung. In Fertigung

und Prozessentwicklung können Bauteiljobs durch iterative Variation der Parameter optimiert werden. Es können Supportstrukturen angepasst und vor allem die vorgelagerte Bauteilkonstruktion fertigungsgerechter ausgelegt werden. Nicht zuletzt bieten sich neue Möglichkeiten in der Materialforschung und der Validierung von Werkstoffen. Im Jahr 2016 soll das Qualitätsmodul für die Anlagen M1 cusing und M2 cusing zur Verfügung stehen.

Verfahrensbeschreibung LaserCUSING®

Mit dem LaserCUSING®-Verfahren werden mechanisch und thermisch belastbare metallische Bauteile mit hoher Präzision erstellt. Zum Einsatz kommen je nach Anwendung Edel- und Werkzeugstähle, Aluminium- oder Titanlegierungen, nickelbasierte Superlegierungen, Kobalt-Chrom-Legierungen oder auch Edelmetalle wie Gold- oder Silberlegierungen. Für das Verfahren wird feines pulverförmiges Metall durch einen hochenergetischen Faserlaser lokal aufgeschmolzen. Nach dem Erkalten verfestigt sich das Material. Die Bauteilkontur wird durch Ablenkung des Laserstrahls mittels einer Spiegelablenkeinheit (Scanner) erzeugt. Der Aufbau des Bauteils erfolgt Schicht für Schicht (mit einer Schichtstärke von 15 µm bis 150 µm) durch Absenkung des Bauraumbodens, Neuauftrag von Pulver und erneutem Schmelzen.

Die Besonderheit der Anlagen von Concept Laser ist eine stochastische Ansteuerung der Slice-Segmente (auch *Islands* genannt), die sukzessive abgearbeitet werden. Das patentierte Verfahren sorgt für eine signifikante Reduktion von Spannungen bei der Herstellung von sehr großen Bauteilen. Es erlaubt, komplexe Bauteilgeometrien werkzeuglos zu fertigen, um Geometrien als Bauteile zu realisieren, die mit konventionellen Herstellmethoden nur sehr schwierig oder überhaupt nicht herstellbar sind. Mit dem Verfahren können sowohl Werkzeugeinsätze mit konturnaher Kühlung, als auch Direktbauteile für die Branchen Schmuck, Medizin, Dental, Automotive, Luft- und Raumfahrt gefertigt werden. Dies gilt für Prototypen und Serienteile.

➤ www.concept-laser.de

AKTUELLES

aus Wirtschaft, Wissenschaft und Technik

finden Sie auf unserer Webseite: www.womag-online.de

Umfassend und immer auf dem neuesten Stand!

Fraunhofer-PAZ entwickelt faserverstärkte Kunststoffe für mobile Leichtbauanwendungen

Unsere Autos werden leistungsstärker, bieten mehr Komfort und sind zunehmend mit dem Internet verbunden. Zusätzliche Funktionen gehen aber oft mit höheren verbrauchs- und herstellungsbedingten Emissionen einher. Um sie zu reduzieren, wird im Fraunhofer Pilotanlagenzentrum PAZ in Schkopau auf den Einsatz von faserverstärkten Kunststoffen gesetzt – nicht nur wie bisher in Verkleidungsteilen, sondern gleichermaßen in der Struktur des Fahrzeugs.

Um die individuelle Mobilität zu erhalten, müssen Kosten und die Belastungen für die Umwelt gesenkt werden. Das wissen auch Autohersteller und haben schon frühzeitig Kontakt mit dem Fraunhofer-PAZ aufgenommen, einer Gemeinschaftseinrichtung des Fraunhofer-IWM, Halle, und des Fraunhofer-IAP, Potsdam. Dort entwickeln die Forscher besonders leichte und robuste Kunststoffteile: UD-Tapes, also faserverstärkte Hybridstoffe aus zwei oder mehreren Materialien. Ziel dieser einzigartigen Auftragsforschung ist es, schwere und energieintensive Metallkonstruktionen zu ersetzen.

Prof. Peter Michel und seine Mitarbeiter nutzen hierbei die idealen Elementeigenschaften der Verstärkungsfaser: Deren Ausrichtung kann direkt an den Lastverlauf angepasst und die auf das Bauteil einwirkende Last somit genau verteilt werden – ein großer Vorteil gegenüber metallischen Elementen. Diese Verteilung ermöglicht es, die besonders beanspruchten Stellen partiell zu verstärken und andere, weniger belastete Teile materialsparend herzustellen.

So sind die Automobilhersteller in der Lage, Gewicht zu reduzieren, Emissionen einzusparen und die Sicherheit der Fahrzeuginsassen zu erhöhen. Dabei sollen nicht nur Metalle durch Kunststoffe ersetzt, sondern es soll über gänzlich neuartige Verbindungen nachgedacht werden. Hybride Kunststoffe bieten hier viele Möglichkeiten, wie Michel die Potenziale beschreibt. Ziel ist es, den Masseanteil von Kunststoff im Auto zu erhöhen. So sind heute bereits mehr als 25 % Kunststoffe in einem Pkw verbaut, beim Vorreiter BMW i3 sogar 40 %. Nach Einschätzung von Michel lässt sich dieser Wert noch auf knapp 50 % steigern.

Für die Entscheidung, welches Material eingesetzt wird, ist jedoch nicht nur das Verhalten eines Bauteils entscheidend, sondern auch der energie- und kostenintensive Herstellungsprozess. Die CO₂-Bilanz eines Fahrzeugs muss bereits bei dessen Entstehung

betrachtet werden. Es hilft nichts, wenn bei der Herstellung des Bauteils bereits so viel Energie aufgewendet wird, dass auch ein geringer Verbrauch den CO₂-Footprint negativ bleiben lässt, wie Michel hierzu ausführt. Deshalb wird am Fraunhofer-PAZ ebenfalls nach Wegen gesucht, um leistungsfähige Kunsthybride möglichst energiesparend herstellen zu können.

Vor allem thermoplastische Verfahren zur Herstellung von faserverstärkten Kunststoffverbänden haben dabei Potenzial: Hierbei werden bereits konsolidierte Faser-Kunststoff-Verbunde erhitzt in ein Formwerkzeug gegeben und im gleichen Arbeitsgang funktionalisiert. Im Gegensatz zum duroplastischen Verfahren benötigen thermoplastisch verarbeitete Kunststoffhybride eine zehn Mal kürzere Produktionszeit.

Stofflich nutzen die Wissenschaftler in Schkopau vor allem kohlenstofffaser-, glasfaser- oder naturfaserverstärkte Kunststoffe, sogenannte Biopolymere. Besonders bei den Rezepturen der Glasfaser sieht Michel noch sehr viel Potenzial, den CO₂-Footprint schon in der Herstellung



Automatisierte Fertigungszelle für die Herstellung von thermoplastbasierten Leichtbaustrukturen am Fraunhofer-PAZ © Fraunhofer-PAZ

positiv zu beeinflussen. Folgerichtig liegt der Fokus auf der Pilotierung besserer Herstellungsprozesse von thermoplastischen Kunststoffhybriden. In langjährigen Partnerschaften mit bekannten Maschinenherstellern wie KraussMaffei entwickeln die Fraunhofer-Forscher integrierte Prozesse für die Herstellung von Leichtbauteilen. In den nächsten Jahren möchte Michel diese Aktivitäten weiter ausbauen.

Über das Fraunhofer-PAZ

Seit 2005 werden im Fraunhofer-Pilotanlagenzentrum für Polymersynthese und -verarbeitung PAZ in Schkopau neue Polymerprodukte und innovative Technologien entlang der gesamten Wertschöpfungskette entwickelt – vom Monomer über die Polymersynthese und Kunststoffverarbeitung im Pilotmaßstab bis hin zum geprüften Bauteil nach Maß. In dieser Kombination und Größenordnung ist das Fraunhofer-PAZ einmalig in Europa. Im Auftrag von Kunden etwa aus der Kunststoff- oder Automobilindustrie werden auf einer Technikums- und Laborfläche von derzeit rund 1700 Quadratmetern unterschiedlichste Polymersynthese- und Verarbeitungsverfahren maßgeschneidert bis in den industrienahen Maßstab umgesetzt. Dazu gehören auch der Umgang mit Leichtbau- und bio-basierten Materialien, die erdölbasierte Polymere ersetzen können.

Das Fraunhofer-PAZ ist eine gemeinsame Initiative der Fraunhofer-Institute für Angewandte Polymerforschung IAP in Potsdam-Golm und für Werkstoffmechanik IWM in Halle. Unter der Leitung von Prof. Michael Bartke (IAP) bündeln beide Einrichtungen ihre Kompetenzen in der Polymersynthese (IAP) und Polymerverarbeitung (IWM) in einzigartiger Weise. Diese Zusammenarbeit, die technischen Möglichkeiten im Pilotmaßstab sowie die hohe Flexibilität der Anlagen sind Alleinstellungsmerkmale am FuE-Markt.

➔ www.iwm.fraunhofer.de

Produktiv und hochflexibel – Bauteile für Flugzeugindustrie äußerst wirtschaftlich fräsen

Der amerikanische Zulieferer Triumph Structures Wichita setzt in seinem umfangreichen Maschinenpark auf eine speziell angepasste Portalfräsmaschine von F. Zimmermann. Damit kann das Unternehmen Komponenten für die Flugzeugindustrie flexibel herstellen – sowohl einzelne Bauteile mit einer Gesamtlänge von mehr als 25 Metern als auch zwei kleinere Werkstücke gleichzeitig und unabhängig voneinander.

Mit seinen besonderen Anforderungen an eine Portalfräsanlage konfrontierte Triumph Structures mit Sitz im US-amerikanischen Wichita/Kansas, Mitglied der amerikanischen Triumph Group, die F. Zimmermann GmbH. Das Ergebnis von Zimmermann überzeugte den Zulieferbetrieb. Triumph Structures Wichita hat sich auf die Hochgeschwindigkeitsbearbeitung von komplexen monolithischen Präzisionsteilen aus Aluminium und Titan für die Flugzeugindustrie spezialisiert. Diese Werkstücke können Wandstärken von nur 0,5 Millimetern aufweisen. Das Unternehmen setzt für die Produktion 21 fünfachsig Maschinen ein, mit denen Bauteile bis zu 25 Metern Länge bearbeitet werden können. Diese werden ergänzt durch mehr als 20 drei- und vierachsige Bearbeitungszentren für die Herstellung von Strukturteilen aus Aluminium und härteren Materialien wie Titan. Unter den Werkstücken finden sich tragende Teile für Flugzeugflügel, aber auch Verkleidungsteile, Fahrwerkskomponenten und Bulkheads – das sind Abtrennungen,

die in Flugzeugen zum Beispiel die Economy und die Business Class teilen.

Maßgeschneiderte Maschinenkonfiguration mit zwei Portalen

Obwohl Triumph Structures Wichita über einen umfangreichen Maschinenpark verfügt, fehlte dem Zulieferer eine Anlage, mit der er flexibel verschiedene Aufgaben bearbeiten kann. Zum einen wollte das Unternehmen sehr lange Werkstücke mit zwei Frässpindeln gleichzeitig fräsen können. Weil deren Herstellung meist mehrere Tage beansprucht, sollte diese über verschiedene Möglichkeiten der Kompensation verfügen. Das ist wichtig, um der thermischen Ausdehnung des Werkstoffs gerecht zu werden und den Tool Center Point entsprechend zu positionieren. Zum anderen wollte Triumph in der Lage sein, zwei kleinere Werkstücke parallel zu bearbeiten.

Mit der F. Zimmermann GmbH aus dem schwäbischen Neuhausen in der Nähe von Stuttgart verbindet die Triumph Group eine



Drei-Achs-Fräskopf M3 ABC: Die Schwenkwinkel der Rundachsen sind so ausgelegt, dass sich Werkstücke mit konstantem Vorschub sechsachsig simultan bearbeiten lassen Bild: Siemens/USA

lange Partnerschaft. Der Maschinenbauer lieferte in der Vergangenheit verschiedene Portalfräsmaschinen, die bei Triumph erfolgreich im Einsatz sind. Um die aktuellen Anforderungen zu erfüllen, passten die Ingenieure der F. Zimmermann GmbH eine Portalfräsmaschine vom Typ FZ100 an die speziellen Bedürfnisse des Anwenders an. Dazu statteten sie die sechsachsige Anlage mit einem Doppel-Gantry aus. Beide Portale verfügen über den patentierten Drei-Achs-Fräskopf M3 ABC. Die Schwenkwinkel der Rundachsen sind so ausgelegt, dass sich Werkstücke mit konstantem Vorschub sechsachsig simultan bearbeiten lassen – bei sehr geringen Schwenkbewegungen und sehr hoher Oberflächengüte. Jedem Gantry ist ein Werkzeugmagazin und eine eigene Steuerung vom Typ Sinumerik 840D solution line von Siemens zugeordnet.

Zwei Maschinen in einer Anlage

Um zwei Bauteile gleichzeitig herstellen zu können, setzten die Ingenieure von Zimmermann eine Trennwand mittig in die Maschine ein. Diese erlaubt es, zwei unterschiedliche Bauteile mit je einem Portal unabhängig voneinander zu bearbeiten. Damit kann das Unternehmen diese Anlage wie zwei Maschinen nutzen. Wird die



Mit der optimierten Portalfräsmaschine FZ100 lassen sich einzelne Bauteile mit einer Gesamtlänge von mehr als 25 Metern bearbeiten und auch zwei kleinere unabhängig voneinander Bild: Siemens/USA

Trennwand entfernt, steht dem Anwender ein Maschinentisch mit einer Länge von 30 Metern sowie zwei CNC-gesteuerte Fräsköpfe zur Verfügung. Dabei wird die Position beider Portale ständig durch die Steuerung überwacht, um Kollisionen völlig auszuschließen und die Anlagensicherheit zu erhöhen. Weil die Position des Tool Center Point beider Fräsköpfe ebenfalls überwacht wird, bearbeitet die Maschine mit zwei Spindeln gleichzeitig das komplette Bauteil, ohne die Oberflächengüte merklich zu beeinträchtigen.

Hochpräzise gesteuert

Wie Harry Thurmond, Präsident vom Triumph Structures in Wichita, erklärt, kann das Unternehmen seit den 1990er Jahren Bauteile fünffachsig bearbeiten. Damit ist das Unternehmen stetig gewachsen und kann heute den Kunden aus der Luftfahrtindustrie neue Möglichkeiten bieten. Anfangs war die Länge der Werkstücke auf etwa sieben Meter begrenzt. Doch im Laufe der Zeit wurde es notwendig, Bauteile mit Längen von circa zwölf Metern zu bearbeiten.

Bei der Herstellung von Komponenten für die Luftfahrtindustrie wird meist sehr viel Material abgetragen. Deshalb sollten die Bearbeitungsmaschinen besonders robust sein. Und weil die Fräsbearbeitung oft mehrere Tage benötigt, ist eine hochpräzise



Werkstücke werden mit einer sehr hohen Oberflächengüte bearbeitet Bild: Siemens/USA

Steuerung erforderlich. Für Matthias Tockok, Präsident von Zimmermann Inc., war es deshalb klar, dass nur der Einsatz der Sinumerik 840D solution line für diese Aufgabe in Frage kommt. Die Maschine muss zuverlässig die Bewegungsachsen steuern und einen unabhängigen und zugleich aufeinander abgestimmten Betrieb der Portale sicherstellen, ohne Kompromisse bei der Sicherheit einzugehen.

Verbesserte Bearbeitungszeiten

Von der Konzeption der Anlage bis zur kompletten Inbetriebnahme benötigte die F. Zimmermann GmbH nur 18 Monate. Die Maschinenkomponenten wurden zuerst im Werk vollständig auf ihre Funktionsfähigkeit getestet, bevor sie bei Triumph installiert wurden. Wie Aaron Daugherty von Professional Sales Services in Wichita, der Zimmermann vor Ort vertritt, erklärt, erwies sich im Betrieb das Konzept der Anlage, bestehend aus zwei Fräsköpfen verbunden mit der vorausschauenden Funktionsweise der CNC, als vorteilhaft. Das zeigt sich insbesondere im Hinblick auf die Bearbeitungsgeschwindigkeit bei typischen Aufgaben der Luftfahrtindustrie – wie dem zyklusgesteuerten Fräsen von Taschen. Ändert das Bauteil seine Oberflächenkontur, passt die FZ100 die Bearbeitungsgeschwindigkeit ideal an. Der Anwender kann somit das Gesamtergebnis um bis zu 35 Prozent verbessern und auf nachträgliches Entgraten oder Polieren völlig verzichten.

Harry Thurmond ist mit dem Ergebnis sehr zufrieden. Das Maschinenkonzept erlaube es, Strukturteile flexibler zu fertigen und zudem die Bearbeitungszeiten deutlich zu verkürzen.

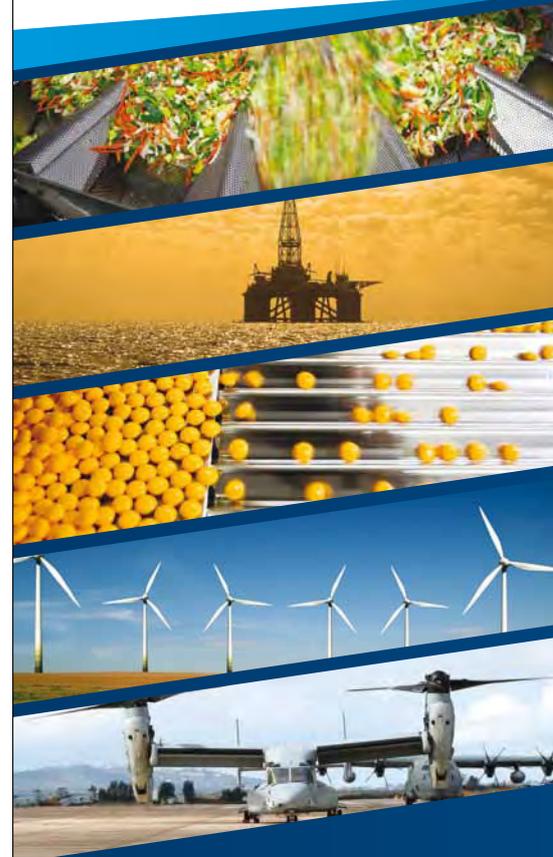
Zum Unternehmen

Die F. Zimmermann GmbH aus dem schwäbischen Neuhausen a. d. F. ist ein weltweit agierender Hightech-Anbieter für Portalfräsmaschinen. Diese zeichnen sich durch sehr große Arbeitsräume, enorme Dynamik und Zerspanleistung aus. Das Unternehmen, gegründet 1933 von Friedrich Zimmermann, hat mittlerweile 170 Mitarbeiter und einen Umsatz von etwa 40 Millionen Euro. Die Spezialmaschinen sind weltweit in den Bereichen Automobil-, Luftfahrt- und Maschinenbau im Einsatz.

➔ www.f-zimmermann.com.

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



AS9100, Rev C & ISO 9001:2008

Maßgeschneidert zum künstlichen Fingerdruck

Hautoberfläche, Handschweiß, Reibbewegung – mit Tribotouch den Handabrieb auf Oberflächen bis ins kleinste Detail simulieren

Wenn die Oberfläche eines Produkts berührt wird, kommt es zu Reibung. Geschieht dies immer wieder über einen längeren Zeitraum, kann die Oberfläche selbst oder können Beschichtungen sowie Bedruckungen darauf wegen zu hoher tribologischer Belastung angegriffen und beschädigt werden. Das Resultat dieser beschädigten Oberflächen ist eine verminderte Qualitätswahrnehmung eines Produkts. Aus diesem Grund ist es nach Aussage von David Ziltener vom St. Galler Unternehmen Tribotron für viele Produzenten entscheidend, den Handabrieb verstehen und simulieren zu können. Nur so lassen sich nach seiner Erfahrung Produktoberflächen testen und langfristig optimieren.

Seit Ende 2013 arbeitet Ziltener, dessen Unternehmen auf innovative Verfahren für Oberflächen- und Materialprüfung spezialisiert ist, zusammen mit den Vorarlberger Experten von Mäser Technik an der Entwicklung, Konstruktion und Herstellung einer Maschine, die den Handabrieb bis ins kleinste Detail simuliert. Ein schwieriges Unterfangen, denn der Handabrieb ist ein sehr komplexer chemischer und mechanischer Prozess. Zuerst führt das Auftreffen des Fingers auf der Oberfläche zu einer lokalen mechanischen Quetschung. Beim Berühren einer Oberfläche erwartet das Gehirn eine Rückmeldung vom Finger. Da unsere Finger auf Reibkräfte sehr empfindsam sind, wird die Rückmeldung der Hand durch eine – wenn auch oft nur kurze – Reibbewegung auf der Oberfläche hervorgerufen. Dabei bewirken die viskoelastischen Materialeigenschaften der menschlichen Hand in Kombination mit der rauen und strukturierten Oberfläche der Haut hohes Abriebpotenzial. Darüber hinaus schaffen Handschweiß oder Handcreme eine aggressive chemische Umgebung.

Wie David Ziltener erläutert, simuliert der Tribotouch diese komplexen mechanischen und chemischen Belastungen des Fingerabriebs unter realen Bedingungen. Oberstes Gebot sind kontrollierte Prüfbedingungen und reproduzierbare Messergebnisse. Die Maschine wurde gemäß zahlreichen internationalen Standards genormt, sowohl im Hinblick auf die Prüfung der Oberfläche, als auch auf die Zusammensetzung von

Kunstschweiß, Textilien und anderen Parametern.

Technischer Hintergrund

Bei der Mechanik hinter dem Gerät handelt es sich um einen von einem Linearmotor angetriebenen Kolben, der den menschlichen Finger repräsentiert. Dieser bewegt sich mit einer genormten und definierten Geschwindigkeit und unter einem Winkel von 45° gegenüber der zu testenden Oberfläche. Der künstliche Finger bewegt sich aber nicht nur linear: Ein Gegengewicht erzeugt über die Hebelwirkung den nötigen Druck, um die Reibung des Fingers auf dem Material zu simulieren. Die Fingerkuppe ist aus einem Silikonmaterial hergestellt, das der Viskoelastizität des Fingers sehr nahe kommt. Zwischen Finger und Testobjekt befindet sich ein normierter Stoff aus Baumwollgewebe, der die Struktur der menschlichen Haut simuliert. Der Stoff kann mit Kunstschweiß, Körperölen oder Pflegeprodukten befeuchtet werden, um das Umfeld je nach Bedürfnissen genau simulieren zu können.

Grenzüberschreitende Kooperation

Auf dem Weg von der Idee und ersten Skizzen hin zu Konstruktion und Produktion eines Prototyps kooperierte Tribotron mit der Vorarlberger Fertiger Mäser Technik. Nach Aussage von Geschäftsführer Christian Mäser wurde eine erste Version der Maschine mit Konstrukteur Andreas Huchler konzipiert und die Teile hergestellt. Die Prüfeinheit – also der künstliche Finger – ist das Herzstück des Geräts. Sowohl für die Konstruktion als auch für die Fertigung war das die größte Herausforderung,

so Mäser. Die Prüfeinheit besteht aus acht Aluminiumteilen, in jedem Detail ist höchste Genauigkeit gefragt. Dazu wurden die Gelenke definiert, ebenso die Materialien der verschiedenen Trägerbauteile. Jeder bewegte Punkt musste nach den Worten von Christian Mäser in der Entwicklung analysiert werden, weil es um die Präzision der Maschine geht. Für die Bolzen fiel die Entscheidung auf austenitischen Chrom-Nickel-Stahl, Kunststoff-Gleitbuchsen von Iigus und Trägerbauteile aus hochfestem Aluminium. Wie Mäser betont, wurde somit eine langlebige und hochwertige Materialpaarung geschaffen; zudem lassen sich die gewählten Materialien einfach und effizient verarbeiten.

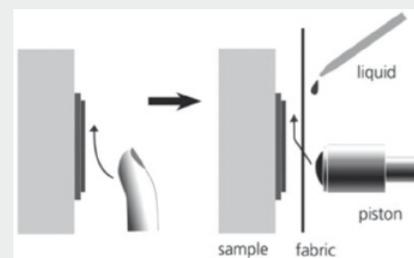
Besonderes Augenmerk legte der Fertiger auf den Faktor Nachhaltigkeit. Als erklärter Ökobetrieb setzt die Mäser Technik nicht nur auf Ökostrom, sondern es werden auch die Fertigungsverfahren möglichst ökologisch sowie ressourcen- und materialschonend angewandt. Darüber hinaus werden CO₂-neutrale Öle und umweltschonende Kühlschmierstoffe verwendet.

Mit Liebe zum Detail

Nach einer ersten Montage und einer Testphase gingen die Experten an die Feinabstimmung: Anfangs waren weder der Fingerdruck des Kolbens noch das Gewicht der Prüfeinheit optimal. Die Prüfeinheit wurde daraufhin Schritt für Schritt optimiert: Der Grundkörper aus Aluminium wurde anstatt wie bislang aus zwei Teilen nur noch aus einem gefertigt. Das bedeutete einerseits eine kompliziertere Fertigung, andererseits aber auch verbesserte Rigidität, Stabilität und Genauigkeit. Dazu wurde durch

Tribotouch: die technischen Daten

- Andrückkraft: 1 N, 5 N, 10 N (20 N optional)
- Reibweg: 1 mm–40 mm
- Anzahl Zyklen: 1–10 Millionen
- Flüssigkeitszufuhr: zyklisch, frei wählbar
- Textilvorschub: zyklisch, frei wählbar
- Netzanschluss: 110 V/230 V
- Gewicht: circa 60 kg





Ausnehmungen und Biodesign-Verstrebungen sorgen für weniger Gewicht und gleichzeitig höhere Rigidität der Prüfeinheit

Ausnehmungen das Gewicht der Prüfeinheit reduziert und gleichzeitig durch Verstrebungen im Biodesign die Stabilität erhöht. Die Ausnehmungen wurden mithilfe modernster CAM-Programmiertechnik trochoidal gefräst. Wie Mäser erläutert, wird dabei auf OneCNC gesetzt, um den Schritt von der Konstruktion zur Bearbeitung so reibungslos wie möglich zu gehen.

Durch die Gewichtsoptimierung und die verbesserte Rigidität konnte die bestmögliche Genauigkeit der Prüfeinheit und schließlich der perfekte Fingerdruck erreicht werden. Entscheidend in Sachen Fingerdruck war auch eine punktgenaue Abstimmung des Gegengewichts, das durch die Hebelwirkung im Zusammenspiel mit der durch den Längsmotor angetriebenen Bewegung des Bolzens die Reibung auf der Oberfläche generiert.

Die Zusammenarbeit der beiden Unternehmen, betont David Ziltener, umfasste viele Detailbereiche. Mäser Technik fertigte nicht nur alle Teile, sie unterstützte auch beratend im Laufe des ganzen Projekts und war pro-aktiv in der Konstruktion und im Trouble-Shooting. Als zum Beispiel die Silikonkappen repräsentieren, nicht in der geeigneten Form zugekauft werden konnten, konstruierte Mäser Technik kurzerhand eine zylinderförmige Gussform aus Aluminium, um die künstlichen Fingerkuppen selber

herzustellen. Auf das Flattern und die Instabilität des Baumwollstoffs zwischen Prüfeinheit und zu prüfender Oberfläche wurde mit der Befestigung eines magnetischen Gegengewichts reagiert.

Vielseitigkeit als Trumpf

Die Fertigung der verschiedenen Teile erforderte unterschiedlichste Bearbeitungsmethoden, die alle in den Produktionsräumlichkeiten des österreichischen Unternehmens umgesetzt werden konnten: von der Aluminium- und Chromstahlfertigung, der Dreh- und Fräsbearbeitung, aufwändigen Querbohrungen und der Blechbearbeitung bis hin zum Flachsleifen und Wasserstrahlschneiden. Die Entwicklung eines solchen Prototyps verlangt vom Fertiger ein hohes Maß an Vielseitigkeit und Flexibilität. Die Zusammenarbeit von Entwicklern, Konstrukteuren und Fertigern muss sehr eng sein, um die Produktionsschritte effizient gestalten zu können, wie Christian Mäser ausführt.

Nach intensiven und erfolgreichen Testläufen ist der Tribotouch mittlerweile marktfähig. Gegenüber der Konkurrenz will sich Ziltener vor allem technologisch absetzen: Während andere Systeme beispielsweise Pneumatikzylinder einsetzen, wird beim neuen Gerät ein Linearmotor verwendet, um eine präzise Bewegung gemäß allen Normen über die ganze Lebensdauer sicherzustellen. Dieser topmoderne Linearmotor, die ausgefeilte Konstruktion und die präzise Fertigung aller Teile sind verantwortlich dafür, dass nach Aussage von David Ziltener genaueste und reproduzierbare Messergebnisse garantiert werden können.

Potenziale sieht der Tribotron-Chef viele, und zwar sowohl im In- als auch im Ausland: lackierte Oberflächen bei Küchengeräten, Bedruckungen oder Beschichtungen im Automobilbereich, Computertastaturen, Oberflächen von Telefonen, verschiedenste Schalter – die Qualität und Langlebigkeit von Oberflächen und Beschriftungen ist nach seinen Erfahrungen in zahlreichen Branchen entscheidend.

Partner des Entwicklungsprojekts

Mäser Technik

Gegründet: 1994

Geschäftsführung: Christian Mäser, in zweiter Generation

Service: maßgeschneiderte Maschinen- und Fertigungstechnik vom Drehen, Fräsen, Flachsleifen und Wasserstrahlschneiden bis zur Montage und Fachberatung

Ort: Dornbirn, Vorarlberg, Österreich

➔ www.maesertechnik.at

Tribotron AG

Gegründet: 2008

Geschäftsführung: David Ziltener

Service: Oberflächen- und Materialprüfung in Bezug auf Kratzfestigkeit, Abrieb- und Verschleißverhalten, Haftfestigkeit von Beschichtungen, Rauheit

Ort: St. Gallen, Schweiz

➔ www.tribotron.com

**VERZINKEN,
PASSIVIEREN,
VERSIEGELN**



mit Galvotec von Chemie Wocklum


OBERFLÄCHENTECHNIK

WOCKLUM GRUPPE · Glärbach 2 · 58802 Balve · Telefon +49 2375 925 109 · www.schoene-oberflaechen.de

Bürstanlagen reinigen und entgraten unterschiedlichste Materialien sicher und effizient

Interview mit Rüdiger Dilg

Als ein erfolgreiches Familienunternehmen vereint die Otto Dilg GmbH traditionelle Werte wie Qualität und Nachhaltigkeit mit hoher Effizienz, Flexibilität und Innovationskraft. Auf diese Weise ist das Unternehmen seit seiner Gründung durch Otto Dilg im Jahre 1970 und der anfänglichen Entwicklungsarbeit in einer Garage zu einem leistungsstarken Partner in den Bereichen Maschinenbau und Feinmechanik herangewachsen. Die Geschäftsführung liegt derzeit in der zweiten Generation bei Rüdiger Dilg. Die Dilg Group umfasst neben der Otto Dilg GmbH mit ihren kundenindividuellen Bürstanlagen auch die PTA Pharma-Technischer Apparatbau, Anbieter für Reinraumtechnik, sowie Huber Machines, einen weltweit tätigen Hersteller von Anlagen zur Reinigung von pharmazeutischen Stopfen. Damit decken die Unternehmen ein breites Spektrum an höchst leistungsstarken Produkten ab – die alle eines gemeinsam haben: Sie vereinen führende Technologien mit hoher Belastbarkeit und stehen für Qualität Made in Germany. Das Interview führte Birgit Aigner.



B.A.: Als Geschäftsführer der Otto Dilg GmbH sind Sie für die Entwicklung und Produktion von Bürstmaschinen und Filteranlagen verantwortlich. Wodurch zeichnen sich Dilg-Bürstmaschinen besonders aus?

Rüdiger Dilg: Bei unseren Anlagen legen wir großen Wert darauf, unseren Kunden durch den Einsatz führender Technologien sowie der hohen Zuverlässigkeit und Belastbarkeit unserer Maschinen den Alltag zu erleichtern und ihre Prozesse zu straffen. So bieten wir als einziger Hersteller von Bürstmaschinen die Möglichkeit, Werkteile in einem Arbeitsgang doppelseitig zu bearbeiten und beispielsweise auch oberflächensensible Materialien wie Weich- und Buntmetalle innerhalb eines Durchgangs von beiden Seiten zu entgraten. Dabei beinhaltet unser Portfolio eine Reihe von Bürstmaschinen für unterschiedliche Anforderungen – von eher klein über hochleistungsfähig für einen mittleren Durchsatz, bis hin zu den *Ottomaten*, die sich im Dauerschichtbetrieb seit vielen Jahren bewähren. Zudem achten wir bei unseren Anlagen auf eine erstklassige Verarbeitung mit Komponenten *Made in Germany* und produzieren auch ausschließlich hier in Deutschland.

B.A.: In welchen Branchen kommen Ihre Anlagen hauptsächlich zum Einsatz?

Rüdiger Dilg: Hier reicht die Bandbreite von der Bearbeitung von Metallbändern und Teilen für den Flugzeugbau bis hin zur Automobilindustrie, wo viele Zulieferer unsere Bürstmaschinen für die Bearbeitung von Designteilen für die Kfz-Innenausstattung nutzen. Aber auch Hersteller aus der Elektronikbranche oder Unternehmen wie die Allgemeine Gold- und Silberscheideanstalt AGOSI nutzen unsere Anlagen für die Bearbeitung ihrer zum Teil sehr empfindlichen Werkstücke. Unsere Bürstmaschinen können ja nicht nur unterschiedlichste Materialien gründlich reinigen, sondern eignen sich sehr gut für das Entgraten, auch mit Kantenverrundung. Es lassen

sich sehr schöne Oberflächen erzielen. Gerade im Automobilbereich ist das sehr gefragt. Grundsätzlich kommen unsere Bürstmaschinen überall dort zum Einsatz, wo eine hohe Bearbeitungsqualität als auch eine gewisse Effizienz gefordert sind. Daher verkaufen wir unsere Anlagen inzwischen weltweit, etwa auch nach Russland oder Shanghai.

B.A.: Ihre Beschreibung klingt sehr vielfältig. Inwiefern eignen sich die Bürstanlagen besonders für die Bearbeitung dünner, fragiler Materialien?

Rüdiger Dilg: Unsere Maschinen arbeiten hochpräzise und zeichnen sich durch eine äußerst schonende Reinigung aus – zunächst unabhängig davon, ob es sich um die robuste Oberfläche einer Gartenschere handelt oder die eines extrem bruchgefährdeten Keramiksubstrats. Doch aufgrund unserer innovativen Bürsttechnologie eignen sich die Anlagen auch besonders gut für die Bearbeitung von sensiblen Materialien wie beispielsweise Aluminiumoberflächen, Glas oder Keramik und vermeiden so kostspielige Materialverluste.

B.A.: Haben Sie hierfür noch ein konkretes Anwendungsbeispiel?

Rüdiger Dilg: In der Chipfertigung wird oft mit Wegwerf-Frames gearbeitet, denn die manuelle Reinigung dieser bruchsensiblen Teile ist kostenintensiv. Bereits minimale Rückstände gefährden den reibungslosen Produktionsablauf und die einwandfreie Qualität der teuren und komplexen Bauteile, die damit transportiert werden. Unsere Maschinen sind in der Lage, alle Typen von Frames so gründlich zu reinigen, dass die aufwändige und teure Nachbearbeitung per Hand komplett entfällt. Sogar Wegwerfframes lassen sich auf diese Weise wieder verwenden. Mit der Prozessoptimierung entsteht hier hohes Einsparpotential bei Ankauf und Entsorgung der Frames.

B.A.: Dementsprechend findet sich für jede Anwendung die passende Bürstmaschine?

Rüdiger Dilg: Um das zu erreichen, konstruieren und produzieren wir bei Bedarf gerne auch kundenspezifische Lösungen in höchster Qualität und Präzision, abgestimmt auf die individuellen Bedürfnisse des jeweiligen Unternehmens. Wenn es darum geht, ein perfektes Ergebnis bei der Reinigung und Bearbeitung der Werkstücke unserer Kunden zu erzielen, sind wir echte Tüftler. Auf diese Weise entstehen immer wieder Funktionen wie die doppelseitige Bearbeitung von Werkstücken in einem Arbeitsgang oder die spezielle Bürstechnologie für fragile Materialien, welche unsere Anlagen so einzigartig machen.

B.A.: Mit Ihren Produkten sind Sie inzwischen viele Jahre erfolgreich am Markt. Wie sieht denn die Zukunft der Otto Dilg GmbH aus?

Rüdiger Dilg: Ich bin fest davon überzeugt, dass unsere hohe Qualität nach wie vor eine tragfähige Geschäftsgrundlage ist, die sich dauerhaft durchsetzt. Das zeigen zum einen unser stetig wachsender Kundenkreis und zum anderen die zahlreichen Nachbestellungen von Bestandskunden, bei denen sich unsere Anlagen zum Teil bereits seit mehreren Jahrzehnten im harten Arbeitsalltag bewähren. Für die Zukunft wünschen wir uns, dass unsere Kunden auch weiterhin von einer gesunden Mischung aus langjähriger Erfahrung, viel technischem Knowhow und steter Innovationskraft profitieren. Wir fühlen uns in jedem Fall bestens dafür gerüstet, denn wir haben gerade erst eine kleine Bürstmaschine auf den Markt gebracht. Und auch längerfristig ist die Weiterführung unserer Werte und Traditionen gesichert: Mein Sohn Marcel Dilg hat sein Maschinenbaustudium erfolgreich abgeschlossen und sammelt derzeit praktische Erfahrung im Ausland, bevor er in das Familienunternehmen eintritt.

➔ www.dilg-group.com

Energiesch trocknen?

FST DRYTEC
DRYING AND HEAT TREATMENT SYSTEMS



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

Ganz schön heiß...
www.fst-drytec.de

innovativ
präzise
engagiert

FST Drytec GmbH
Ferdinand-von-Steinbels-Ring 43 · D-75447 Sternenfels · Telefon +49 7045-203620 · E-mail: Info@fst-drytec.de

SCHICHTDICKENMESSUNG

Auf Herz und Nieren prüfen

Besuchen Sie uns!

ZVO Oberflächentage
Stand 20

Productronica
Stand A1.330

kurze Messzeit

programmierbarer XY-Tisch

höchauflösender SDD für Präzisionsmessungen

Mehrfachblendenwechsler für komplexe Messaufgaben

Schichtdickenmessung für die Qualitätskontrolle in der Produktion oder zur Wareneingangskontrolle. **MAXXI 6** – für dünnste Schichten bis in den Nanometerbereich mit aktueller Technologie, natürlich mit Bauartzulassung.

www.oxford-instruments.com/maxxi6

MAXXI 6



OXFORD
INSTRUMENTS
The Business of Science®

Werkstoffaspekte in der Oberflächentechnik

Pforzheimer Werkstofftag 2015 informierte über Werkstoffe sowie Werkstoffver- und -bearbeitung

Die Stadt Pforzheim unterstützt mit dem Cluster Hochform eine Initiative der Industrie sowie der Hochschule Pforzheim, die sich sehr vorteilhaft in Bezug auf technische Belange auswirkt. Dies zeigt sich nicht zuletzt an den technologisch hochkarätigen Inhalten des diesjährigen Pforzheimer Werkstofftages, der die wichtige Verknüpfung zwischen Werkstoffen und der Oberflächentechnik aufzeigt. Dazu wurde der Bogen vom Dauerverhalten von Stählen, über unterschiedliche Verfahren der Verbindungstechnik, beispielsweise unter Einsatz von Lasern, der Beschichtung von Komponenten der Elektrotechnik und Elektronik bis hin zu neuen Werkstoffverbunden aus Kupfer und Aluminium betrachtet. Mehr als 200 Fachleute aus ganz Deutschland hatten die Gelegenheit wahrgenommen, sich in einem der deutschen Zentren für Hochpräzisionstechnik auszutauschen.

Pforzheim gilt traditionell als eines der deutschen Zentren für die Verarbeitung von Edelmetallen. Bis zum Ende des vergangenen Jahrhunderts befassten sich viele der ansässigen Unternehmen mit der Herstellung von Schmuck und Uhren. Nach mehr als 200 Jahren zeichnete sich jedoch ein deutlicher Niedergang dieses Industriebereichs ab, allerdings nicht als besonderes Kennzeichen der Industrie in Pforzheim, sondern in Zentraleuropa. Während andere Regionen schwer mit solchen industriellen Veränderungen zu kämpfen haben, hat sich der Raum Pforzheim schnell und in vorteilhafter Weise seine Stärken zunutze gemacht. Aus dem Schmuck- und Uhrenzentrum ist ein industrieller Schwerpunkt für die Elektrotechnik, Feinwerktechnik und den Werkzeugbau geworden, der zu den besten Zulieferbetrieben für die Automobilbranche, Medizintechnik oder die Elektronik zählt.

Unterstützt werden die Aktivitäten im Bereich der Forschung und Entwicklung durch die Hochschule Pforzheim. Da moderne Entwicklungen kaum mehr von einzelnen kleinen und mittleren Unternehmen allein bewältigt werden können, ist eine Zusammenarbeit zwischen den Lieferketten und zwischen Marktbegleitern naheliegend. Daraus entstand 2012 die Cluster-Initiative Hochform, die von der Stadt Pforzheim – Wirtschaft und Stadtmarketing – zur Unterstützung der Unternehmen mit Schwerpunkt in der metallverarbeitenden Präzisionstechnik aus der Region Pforzheim/Nordschwarzwald vorangetrieben wird. Resultate der Netzwerkarbeit werden in einem jährlich stattfindenden Werkstofftag präsentiert. Die vierte Tagung dieser Art stand am 1. Oktober unter dem Motto Werkstoffaspekte in der Oberflächentechnik. Etwa 200 Fachleute waren der Einladung nach Pforzheim gefolgt und konnten sich in zwölf Fachvorträgen zum Themenkreis informieren.

Seitens der Hochschule in Pforzheim ist vor allem das IWWT, Institut für Werkstoffe und Werkstofftechnik, in die Arbeiten der Initiative Hochform einbezogen, wie Prof. Dr.-Ing. Norbert Jost in seiner Einführung betonte. Hierbei nimmt die Oberflächentechnologie einen wichtigen Raum ein. Das Institut führt in diesem Bereich neben der Aus- und Weiterbildung der Studenten auch Dienstleistungen in Form von Entwicklungsunterstützung oder der Fehlersuche durch.

Ermüdungsverhalten

Prof. Dr. Frank Walther von der TU Dortmund ging in seinem Fachvortrag auf einen wichtigen Aspekt bei der Auslegung von sicherheitsrelevanten Bauteilen aus Metall ein. Sowohl eine Dauer- als auch insbesondere eine Wechselbelastung kann bei Werkstoffen zum Versagen führen, ohne dass die maximalen Belastungen überschritten werden. Dies wird auf Effekte zurückgeführt, die das Gefüge eines Werkstoffs während seiner Lebensdauer verändern. So können beispielsweise lokale Kristalldefekte wie Versetzungen wandern und sich zu größeren Fehlstellen agglomerieren. Da diese Defekte bisher messtechnisch nicht erfassbar waren, war eine Abschätzung der Stabilität von Teilen sehr schwierig und wurde in der Regel durch eine Überdimensionierung ausgeglichen.

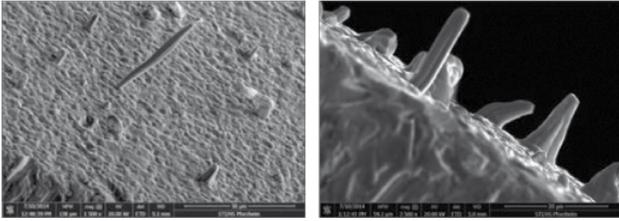
Mechanische, thermische, elektrische und magnetische Messverfahren eignen sich zur systematischen mikrostrukturbasierten Charakterisierung des Ermüdungs- und Betriebsfestigkeitsverhaltens metallischer Werkstoffe und -verbindungen unter ein- und mehrstufiger zyklischer Beanspruchung zur Bewertung des Einflusses von Herstellungsverfahren, Verbindungstechnologien und Umgebungseinflüssen. Damit wird ein Großteil der Einflussgrößen auf die Stabilität von Werkstoffen erfasst.

Die verformungsinduzierte Veränderung der Probestemperatur kann in gleicher Weise zur Charakterisierung des Verformungs- und Schädigungsverhaltens genutzt werden wie die plastische Dehnungsamplitude. Der auf der Zunahme der Defektdichte beruhende Anstieg des elektrischen Widerstandes sowie der magnetischen Impedanz liefern frühzeitig und aussagekräftig Hinweise auf das Versagen eines Bauteils. Eine umfangreiche Messung der Effekte aus stufenförmigen und kontinuierlichen Laststeigerungsversuchen liefert mit sehr geringer Probenanzahl in kurzer Zeit umfangreiche Informationen über die zyklischen Eigenschaften. Daraus kann eine Bewertung von Fertigungseinflüssen auf die Ermüdungsfestigkeit im Rahmen einer zeit- und kosteneffizienten produktionsbegleitenden Qualitätskontrolle erfolgen. Am Beispiel eines austenitischen Stahls, eines Vergütungsstahls, eines Gusseisenwerkstoffs sowie einer Magnesiumlegierung zeigte der Co-Autor und zweite Vortragende Dr. Peter Starke, Universität des Saarlandes, welche Ergebnisse mit den erarbeiteten Messverfahren gewonnen werden können.

Kontaktschichten aus Zinn-Silber

Die zunehmende Nutzung von elektronischen Geräten fordert unter anderem von den Herstellern der einzelnen Komponenten hohe Qualitäten zu akzeptablen Kosten. Dazu gab Dr. Markus Kostron von der Enayati GmbH & Co. KG einen Einblick in die Herstellung von Kontaktbeschichtungen für Steckverbinder, wie sie im Bereich der Automobil- und Industrieelektronik zum Einsatz kommen. Die Anforderungen an entsprechende Kontaktflächen sind eine gute Leit- und Kontaktfähigkeit, Duktilität, Reib- und Verschleißbeständigkeit, Lötbarkeit und geringe Kosten.

Als Ersatz für die heute nicht mehr zulässigen Blei-Zinn-Legierungen findet neben reinem Zinn zunehmend Silber Anwendung.



REM-Aufnahmen von Zinn-Whiskern

Bild: Kostron/WSP

Zinn zeigt hierbei den erheblichen Nachteil, unter thermischer und mechanischer Belastung Whisker zu bilden. Bei den Whiskern handelt es sich um fadenförmige Zinnkristalle, die aus der Zinnoberfläche herauswachsen und Längen von mehreren Hundert Mikrometern erreichen. Die Folge sind Kurzschlüsse zwischen Kontaktflächen. Darüber hinaus neigen glänzende Zinnschichten zur Rissbildung. Silberoberflächen besitzen zwar die beste elektrische Leitfähigkeit, neigen aber zur Bildung von nichtleitenden Deckfilmen und besitzen nur geringe Beständigkeit gegen Reibung und Verschleiß, was sich insbesondere bei lösbaren Steckkontakten und hoher Steckzyklenzahl als Nachteil erweist.

Bessere Eigenschaften lassen sich oftmals durch die galvanische Herstellung von Oberflächen aus Legierungen erzeugen. Bei einer Zinn-Silber-Legierung mit 3,5 Mass.% Silber bildet sich eine intermetallische Phase (Ag_3Sn) und eine zinnreiche Phase. Durch diese ergibt sich ein günstigerer Schmelzpunkt von 217 °C, entsprechend der Lotlegierung. Streckgrenze und Scherfestigkeit als zwei weitere wichtige Kenngrößen sind höher als bei der Lotlegierung. Darüber hinaus weist die galvanisch abgeschiedene Legierung einen günstigen Reibungskoeffizient auf, wodurch geringe und vor allem konstante Einpresskräfte beim Einsatz als Einpresskontakten erzielt wird. Zusätzlich ist die Gefahr der Whiskerbildung in kritischer Länge nahezu ausgeschlossen und unter Anwendung von angepassten Nachbehandlungen lassen sich die Schichteigenschaften weiter optimieren.

Kupfer-Aluminium in der Elektrotechnik

Die Bemühungen zur Einsparung von Gewicht in Fahrzeugen sind eine der wichtigen Herausforderungen für die Herstellung und den Einsatz von Kupfer-Aluminium-Verbundwerkstoffen, wie Joachim Ruhnke von der Inovon GmbH & Co. KG einführend betonte. Bei der Verbindung von Kupfer und Aluminium sind mehrere Aspekte zu beachten. So müssen die unterschiedlichen elektrischen Leitfähigkeiten der beiden Metalle durch eine Erhöhung der Leitungsquerschnitte gegenüber reinem Kupfer ausgeglichen werden. Das deutlich geringere spezifische Gewicht des Aluminiums führt aber trotzdem zu einer geringeren Gesamtmasse bei gleicher Leitfähigkeit und erhöhtem Querschnitt. Des Weiteren muss bei der Verbindung der beiden Metalle die isolierende



Partielle (links) und vollflächige Walzplattierung

Bild: Ruhnke/WSP

Präzision
im Detail



Kompakte Anlagen
für dekorative
und funktionelle
Oberflächen

Leiterplattentechnik • Galvanotechnik • Oberflächenveredelung

Besuchen Sie uns!
productronica 2015
Halle B1 • Stand 218



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

Oxidschicht auf Aluminium zerstört werden und vor allem ein Schutz gegen die galvanische Korrosion bei Einwirkung von wässrigen Lösungen auf den Verbund gewährleistet sein. Mittels Walzplattieren gelingt es, aus Kupfer mit einer Reinheit von 99,95 % und Aluminium mit einer Reinheit von 99,5 % einen Verbund zu erzeugen, der allen Anforderungen der Elektrotechnik entspricht und sowohl eine Einsparung beim Gewicht als auch den Kosten erlaubt. Die Metallkosten des Verbundes betragen nur 12,5 % der Kosten für reines Kupfer und das Gewicht wird etwa halbiert.

Je nach Anforderungen an Kontaktfähigkeit, Löt- oder Schweißbarkeit oder das elektrochemische Verhalten kommen beispielsweise vollflächige oder partielle Walzplattierungen zum Einsatz. Bimetallische Bänder werden für den Einsatz als Leitungen in Fahrzeugen mit einer zusätzlichen Verzinnung versehen und so gegen die Gefahr einer galvanischen Korrosion geschützt.

Für Lithiumionenakkumulatoren werden Aluminium und Kupfer so miteinander verwalzt, dass eine sehr gute mechanische und elektrische Verbindung entsteht und gleichzeitig eine Seite des Metalls vollständig aus Aluminium besteht und die andere aus Kupfer. Damit liegen die beiden

erforderlichen Pole des Akkus vor und gleichzeitig eine gute elektrische und mechanische Verbindung.

Für Solarzellen werden kupferplattierte Aluminiumbänder mit 130 µm Dicke zusätzlich mit Silber beschichtet. Die Bänder dienen als Stromsammelschienen und werden zu diesem Zweck mit einem Steckverbinder kombiniert. Für organische Leuchtdioden eignet sich die Aluminiumseite des Verbundes als schweißbarer Kontakt für die Glasrückseite der LED. Eine weitere Anwendung, bei der Aluminium der erforderliche Kontaktpartner ist, liegt bei der Herstellung einer Verbindung zwischen elektrischer Leitung und dem Aluminiumgehäuse eines elektrischen Bauelements, beispielsweise von Kondensatoren, vor.

Schichtwerkstoffe für Steckverbinder

Thomas Frey von der IMO Oberflächentechnik GmbH gab einen Einblick in die Herstellung von galvanischen Beschichtungen für Steckverbinder. Bei Bauteilen für den Niederspannungsbereich spielen hierbei die Edelmetalle Gold, Palladium und Silber eine wichtige Rolle. Zur Erhöhung der Verschleißbeständigkeit und Reduzierung der Kosten kommen zudem Zinn, Weißbronze, Nickel und Kupfer zum Einsatz. Um die zum Teil sehr anspruchsvollen Geometrien

in zwei- oder dreidimensionaler Ausführung optimal beschichten zu können, sind die Geometrien der Teile auf die Eigenheiten der galvanischen Beschichtung abzustimmen. Dies bedeutet insbesondere, Spitzen oder Kanten zu minimieren, da hier die Schicht aufgrund der elektrischen Feldlinienkonzentration eine höhere Dicke erreicht. Bei Nichtbeachten erhöhen sich die Kosten für den Edelmetallverbrauch und die entstehenden dickeren Schichten können zu Rissen und Abplatzungen führen.

Lesen Sie weiter unter womag-online.de

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

- PVD-Beschichtungen
 - Laser in der Oberflächentechnik
 - Nanoschichtsysteme
 - Benetzungsverhalten
 - Hartmagnete aus Recyclingmaterial
 - Laser- und Diffusionsschweißen
 - Selektives Laserschmelzen
 - Aluminium-Kupfer-Hybridmaterial
- Der Gesamtumfang des Beitrags beträgt etwa 5,5 Seiten mit 14 Abbildungen.



Degradierbare Implantate – Aktuelles aus der medizintechnischen Forschung und Entwicklung des Fraunhofer IFAM

Von Dr. Sebastian Boris Hein, Fraunhofer-IFAM, Bremen

Degradierbare Implantate stellen eine wichtige Gruppe der Implantate dar, da durch ihren Einsatz eine Belastung des Körpers durch die Operation zur Entfernung des Implantats entfallen kann. Die hier verwendbaren Materialien müssen allerdings für den Körper unkritisch sein und zugleich alle medizinischen Funktionen wie hohe Stabilität und ausreichend lange Lebensdauer erfüllen. In Betracht kommen hierfür Polymere, Keramiken und Magnesium oder Eisen als metallische Werkstoffe. Zur Herstellung von Implantaten bieten sich insbesondere die additiven Fertigungsverfahren mit ihren hohen Freiheitsgraden bezüglich einer individuellen Formgebung an. Darüber hinaus ist durch Zusatzbearbeitung der Oberfläche beispielsweise eine optimierte Funktionalisierung erreichbar, wie zum Beispiel eine Einstellung der Benetzung oder Verbesserung der Anwachsbedingungen an Knochenmaterial.

Degradable Implants – Latest Developments in Medical Research and Development at the Fraunhofer IFAM Institute

Degradable implants constitute a special and important category of such devices which, when used, obviate the additional trauma involved, were the surgical removal of such an implant to be necessary. The materials used in such cases must be tissue-compatible and at the same time, provide the medically-required properties such as high stability and sufficient lifetime before breaking down. Candidate materials include polymers, ceramics and magnesium or iron as metals. Additive manufacturing has shown itself to be ideally suited for the manufacture of such items, given the high degree of freedom with which customised components can be produced. In addition, the subsequent processing of the surface, for example optimised functionalisation can be achieved, for example improved surface wetting or improved osseo-integration.

In einigen medizinischen Teilbereichen, wie der Orthopädie, der Unfallchirurgie oder der MKG-Chirurgie, werden Implantate vielfältig eingesetzt, um geschädigte Knochen zu unterstützen, entfernte Knochen zu ersetzen oder fixierende Funktionen zu übernehmen. Dabei können Implantate grundsätzlich temporär oder permanent eingesetzt werden. Permanentimplantate sind darauf ausgelegt, für die gesamte Restlebensdauer des Menschen im Körper zu verbleiben und ihre jeweilige Funktion zu erfüllen [1]. Dazu zählen beispielsweise Fusioncages zur Stabilisierung der Wirbelsäule oder auch Prothesen. Temporäre Implantate dagegen werden nach einer bestimmten Verweildauer im Körper entfernt oder bauen sich ab. Diese biodegradierbaren Implantate sind in den vergangenen Jahren und Jahrzehnten Gegenstand von zahlreichen Forschungs- und

Entwicklungsaktivitäten gewesen und sind es auch heute noch. Dies liegt daran, dass Permanentimplantate, insbesondere solche aus Metall, einige potentielle Nebenwirkungen mit sich bringen, die dem Patienten möglichst erspart bleiben sollen.

Zum Einsatz kommen in der Medizintechnik heutzutage hauptsächlich drei Metalltypen: Edelstahl, Cobalt-Chrom-Legierungen und Titan-Legierungen. Ein Hauptgrund für ihren Einsatz ist in den mechanischen Eigenschaften zu sehen, die sie für hohe und häufig wiederkehrende Belastungen geeignet machen. Die Festigkeiten sind dabei aber gegenüber dem Knochen so viel größer, dass es bei ihrem Einsatz zu einer Kraftabschirmung des Knochens kommt (Stressshielding), die für den Knochen notwendige Reize vermindern und so zu dessen Abbau führen kann [2]. Auch kann es zu Unverträglichkeiten mit metallischen Implantaten

kommen, durch die eine Hypersensibilisierung gegen Metalle entsteht. In diesem Zusammenhang sind insbesondere die chemischen Elemente Nickel, Cobalt und Chrom als kritisch anzusehen.

Neben diesen biologischen Effekten kann eine Implantatermüdung zum Implantatversagen führen. Auch patientenspezifische Umstände können problematisch sein, seien es das Wachstum bei Kindern oder die mit dem Alter geringer werdende Fähigkeit zur Knochenneubildung. In allen Fällen kann die Notwendigkeit zur Entfernung des Implantats die Folge sein. Dies bedeutet für den Patienten eine zusätzliche Operation mit allen ihren Risiken und Folgen und erzeugt Kosten für das Gesundheitssystem. Diese Gründe sind wesentliche Motivatoren für die Forschung und Entwicklung im Bereich der biodegradierbaren Implantate. Die Entwicklung neuer Medizinprodukte ist



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

Hinweis

Das Thema von Dr. Hein ist Teil des Programms des Anwenderforums **Funktionale Implantate und Implantatoberflächen** am 2. und 3. Dezember in Bremen.

➔ www.otti.de

ein vielschichtiger Prozess, bei dem ausgehend von der medizinischen Anforderung der Werkstoff, die Fertigung und eine mögliche Funktionalisierung betrachtet, aber auch umfangreiche Fragestellungen zur Analytik und zu zulassungsrelevanten Themen einbezogen werden müssen. Im Folgenden werden aktuelle Themen der Forschung und Entwicklung des Fraunhofer Instituts für Fertigungstechnik und Angewandte Materialforschung IFAM aus dem Bereich der Medizintechnik beleuchtet.

1 Werkstoffe

Im Hinblick auf biodegradierbare Implantate finden Materialien aus allen übergeordneten Werkstoffgruppen (Polymer, Metall, Keramik einschließlich Glas), sowie häufig aus deren Kombinationen in Form von Verbundwerkstoffen oder Werkstoffverbunden Anwendung. Bei polymerbasierten biodegradierbaren Werkstoffen werden seit mehreren Jahren verschiedene Polymere eingesetzt, häufig in den Bereichen Tissue Engineering oder Drug Delivery [3].

Für Fixationselemente im Knochen (z. B. Interferenzschrauben) kommen beispielsweise Polymere auf Basis von Polymilchsäure (PLA, polylactic acid) zum Einsatz. Durch die hohe Zähigkeit von Polymeren sind sie gut handhabbar für Chirurgen, durch die relativ geringe Festigkeit hingegen nur für nicht oder nur gering lasttragende Applikationen geeignet. Die Resorbierbarkeit von PLA basiert auf der Hydrolyse, in deren Verlauf Milchsäure gebildet wird. Diese bewirkt eine Absenkung des pH-Werts im Bereich des Implantats, die zu Entzündungen oder Abbau von umliegendem Knochengewebe führen kann. Um derartigen Komplikationen vorzubeugen, werden dem Polymer häufig Keramikpartikel aus der Gruppe der Calciumphosphate zugesetzt. Diese bringen nicht nur den Vorteil mit sich, die Absenkung des pH-Werts durch eine Pufferwirkung zu vermindern, sie liefern dem Körper auch gleichzeitig ein Material, das zur Knochenneubildung genutzt werden kann. Die Voraussetzung dafür ist, dass ein Calciumphosphat eingesetzt wird, das eine gewisse Löslichkeit aufweist.

Zudem spielen die am *bone remodelling* beteiligten knochenabbauenden Zellen, die Osteoklasten, eine wichtige Rolle bei der Resorption [4]. Sie beteiligen sich direkt auch am Abbau der Calciumphosphatphase, allerdings unterschiedlich stark bei unterschiedlichen Typen. So wird beispielsweise Tricalciumphosphat (TCP) deutlich besser abgebaut als Hydroxylapatit (HA). Dies ist im Prinzip wiederum der Löslichkeit, allerdings bei erniedrigtem pH-Wert zuzuschreiben, da die Osteoklasten, die sich auf einem Material ansiedeln, wie eine Glocke ausprägen, innerhalb derer der pH-Wert zur Knochenresorption abgesenkt wird. Die Eigenschaften unterschiedlicher Calciumphosphate sind also bei der Materialauslegung genau zu betrachten.

Am Fraunhofer IFAM liegt der Fokus der Entwicklungen im Bereich der Polymerkomposite auf der Einstellung hoher Füllstoffanteile und der damit verbundenen Anpassung der Verarbeitung der Komposite. In einem etablierten Prozess können beliebige hohe Füllstoffanteile realisiert werden und es stehen verschiedene Fertigungstechnologien zur Formgebung zur Verfügung. *Abbildung 1* zeigt Bauteile aus Kompositen aus PLA und Tricalciumphosphat (TCP).

Der Ersatz von PLA durch TCP hat neben den Vorteilen hinsichtlich der pH-Pufferung und dem Einbringen von Material zum Knochenaufbau auch aus Sicht der Kosten Vorteile, da medizintechnisch zugelassene Polymere erheblich teurer sind als Keramikpulver. Der Prozess ist zudem auf andere Polymere und nahezu beliebige Füllstoffe anwendbar, sodass viele weitere Materialkombinationen möglich sind und damit verschiedenste Anwendungen adressiert werden können.

Im Bereich der Metalle gibt es nur wenige Kandidaten, die sich für degradierbare Implantate eignen. Seit kurzem gibt es das erste zugelassene Implantat auf Basis von Magnesium, auch wenn das Metall schon im späten 19. Jahrhundert medizintechnisch eingesetzt wurde [5]. Beim Magnesium besteht die große Herausforderung darin, eine Legierung zu entwickeln, die eine ausreichend langsame Degradationsgeschwindigkeit aufweist [6].

Eine weitere Möglichkeit liegt in einem sehr hohen Reinheitsgrad, da die schnelle Korrosion beim Magnesium den Verunreinigungen zugeschrieben wird [7]. Bei zu hohen Degradationsraten kann zum einen ein zu schneller Implantatabbau aufgrund einer im gleichen Zeitraum unzureichenden



Abb. 1: Kompositbauteile aus PLA-TCP

© Fraunhofer-IFAM

Knochenneubildung problematisch sein. Zum anderen entwickelt sich bei der Korrosion von Magnesium Gas, das bei zu schneller Korrosion in zu großem Maße auftritt und nicht ausreichend schnell vom Körper entfernt werden kann.

Ein anderes vielversprechendes Metall ist in diesem Zusammenhang das Eisen, das im Fokus der Forschungsaktivitäten am Fraunhofer IFAM steht. Die Biokompatibilität von Eisen konnte mittlerweile in Tierstudien nachgewiesen werden [8]. Während allerdings die Korrosion von Magnesium unter Gasentwicklung und relativ schnell verläuft, bildet sich bei der Korrosion von Eisen kein Gas und sie verläuft relativ langsam [9]. Zudem benötigt die Korrosion von Eisen neben Wasser auch die Anwesenheit von Sauerstoff für die kathodische Reaktion. Daher steht bei dem Einsatz von Eisen als degradierbares Implantatmaterial die Beschleunigung der Degradation im Fokus der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten. In einem gemeinsamen Projekt mit den Fraunhofer-Instituten ILT, IGB und IBMT (DegraLast) wurden unter anderem potentiell geeignete Eisenlegierungen beforscht, sowie Composite auf Basis von Eisen und TCP entwickelt. Der Gedanke dabei war es, dem Körper einen Werkstoff anzubieten, der zum einen dem Knochen die Möglichkeit bietet, einzuwachsen und zum anderen über einen längeren Zeitraum mechanische Stabilität verleiht. Durch die Herstellung eines Durchdringungsverbands aus Eisen und TCP, also einer Struktur, bei der sich die in sich zusammenhängende Eisenmatrix und die in sich zusammenhängende TCP-Matrix dreidimensional durch das gesamte Implantat durchdringen, sollen diese Eigenschaften erreicht werden [10]. So soll der Körper durch den Abbau von TCP in das Implantat einwachsen und die eisenbasierte Phase nach und nach abgebaut werden. Im Zuge des langsamen Abbaus der metallischen Phase kann neuer Knochen den entstehenden Raum zur Neubildung nutzen.

Abb. 2: Schulteranker aus Eisen-TCP mit Mikrostruktur (oben rechts) © Fraunhofer IFAM



Abbildung 2 zeigt ein Demonstratorimplantat und eine elektronenmikroskopische Aufnahme der Mikrostruktur des Eisen-TCP-Komposits. Dabei ist die hellere Phase das Eisen und die dunklere Phase das TCP.

Die optimierte Degradation gegenüber dem reinen Metall durch die Erzeugung eines Komposits mit TCP konnte *in vitro* nachgewiesen werden [11]. Im Hinblick auf die mechanischen Eigenschaften eignet sich der Werkstoff potentiell für Anwendungen in denen hohe Lasten auf das Implantat einwirken; ein Vorteil den metallbasierte Implantate gegenüber polymerbasierten Implantaten mit sich bringen.

Bei keramischen Werkstoffen können ebenfalls hohe Lasten toleriert werden, allerdings bevorzugt Drucklasten, da die hohe Sprödigkeit der Keramiken zu einer



Abb. 3: Schraubnägel aus Calciumphosphat © Fraunhofer-IFAM

geringen Toleranz gegenüber Zug- und Biegebeanspruchungen führt. Neben den bioinerten Hochleistungskeramiken Aluminiumoxid und Zirkonoxid, die vor allem für Prothesen und im Dentalbereich Einsatz finden, sind Calciumphosphat-Keramiken interessant für die Medizintechnik [12]. Sie verfügen über eine ausgezeichnete Biokompatibilität und sind in den Knochen

integrierbar, zum Beispiel im Falle des synthetischen Hydroxylapatits (HA), oder vollständig degradierbar, wie das Beispiel von TCP zeigt.

Da die mechanische Stabilität der Calciumphosphate allerdings eher gering im Vergleich zu den genannten Oxidkeramiken ist, muss dies beim Implantatdesign besonders beachtet werden. Mit diesem Thema beschäftigt sich das Fraunhofer IFAM in einem vom BMBF geförderten Projekt gemeinsam mit den Partnern der Universität Bremen und den Universitätskliniken Gießen und Marburg sowie Bonn (VIP-Vorhaben HA-Schraube). Im Rahmen dieses Vorhabens wurde eine Interferenzschraube hinsichtlich ihres Designs keramikgerecht angepasst und aus Calciumphosphat hergestellt. Abbildung 3 zeigt diese Implantate.

Lesen Sie weiter unter womag-online.de

WOMag-online-Abonnenten steht der gesamte Beitrag zum Download zur Verfügung. Im weiteren werden Formgebungsverfahren, Funktionalisierung und die Zulassung von Implantaten angesprochen.

Der Gesamtumfang des Beitrags beträgt etwa 4 Seiten mit 5 Abbildungen und 13 Literaturhinweisen.

Wasseraufbereitung für die Medizintechnik



Die Medizintechnik hat höchste Anforderungen an die Qualität von Medien und Hilfsstoffen, wie beispielsweise das für die Herstellung von medizintechnischen Produkten verwendete Wasser, das über eine hohe Reinheit verfügen muss. Ionenaustauscher Mischbett-Patronen erzeugen vollentsalztes Wasser mit Restleitfähigkeiten von $< 0,1 \mu\text{S}/\text{cm}$ und können mit anderen Technologien kombiniert werden. Umkehrosmoseanlagen mit nachgeschaltetem Mischbett werden zum Beispiel überall dort eingesetzt, wo die erzeugte Reinstwasserqualität einer einstufigen Umkehrosmoseanlage (z. B. im Labor für Sterilisatoren) nicht ausreicht. In Kombination mit einer Sterilfereinheit zur Keimrückhaltung oder einer Ultrafiltrationsfereinheit zur Endotoxinrückhaltung sind Mischbettpatronen in der Lage, aus Trinkwasser gereinigtes Wasser (purified water) oder auch hochgereinigtes Wasser (highly purified water) entsprechend den Normen der Ph. Eur und der USP zu erzeugen.

Die Orben Wasseraufbereitung bietet dafür eine breite Palette an Vollentsalzungspatronen, Ionenaustauscherkombinationen und Filterhilfsmittel für unterschiedliche Anwendungen und Wassermengen. Der Aufbau der Anlagen und Verfahrenskombinationen werden individuell an die Aufgabenstellung angepasst. Der bundesweite Regenerationsservice garantiert eine anwenderfreundliche Handhabung, eine hohe Produktqualität und damit höchste Sicherheit bei den Arbeitsprozessen.

www.orben.de



Chemisch Nickel-Dispersionsschichten in Verschleißschutzanwendungen

Von Jürgen Meyer, Stuttgart

Chemisch abgeschiedene Nickelschichten stellen ideale Systeme zur Einlagerung von Hartstoffen unterschiedlicher Art dar, um einen hervorragenden Verschleißschutz zu erzeugen. Dabei lassen sich unterschiedliche Anforderungen durch die Art der eingelagerten Hartstoffe wie Siliziumcarbid oder Diamant erzielen. Des Weiteren können die Eigenschaften durch die Größe der Partikel variiert werden. Diese liegen für Anforderungen an Reibung und Verschleiß im Bereich zwischen etwa 0,5 µm und 10 µm bei Schichtdicken von einigen 10 µm. Weitere Anpassungen der Eigenschaften können durch Kombinationen aus Dispersionsschicht und partikelfreier Schicht erzielt werden. Gute Gleiteigenschaften werden durch die Verwendung von hexagonalem Bornitrid als Dispersionsstoff erzielt.

Electroless Nickel Dispersion Coatings for Wear Protection

Electroless nickel coatings provide an ideal matrix within which to incorporate a range of hard materials as second phase, thereby affording a superb wear protection coating. According to the requirements of a given application, hard materials such as silicon carbide or diamond can be used. A further degree of freedom rests in the choice of particle size in each case. Depending on the friction and wear regime, typical particle sizes range from 0.5 µm up to 10 µm incorporated in a coating some tens of microns thick. The properties of such coatings can be further adjusted by incorporating a non-dispersion coating to form a duplex structure. Coatings with low friction properties can be formed by use of hexagonal boron nitride particles as second phase in the dispersion coating.

Chemisch abgeschiedene Nickel-Dispersionsschichten mit eingelagerten Hartstoffen oder auch Trockenschmierstoffen bieten die Möglichkeit, durch Auswahl der Partikelart und -größe sowie des Elektrolytensystems zur chemischen Abscheidung von Nickel maßgeschneiderte Schichteigenschaften einzustellen. Neben den hervorragenden tribologischen Eigenschaften kennzeichnet diese Schichten insbesondere die Eigenschaft, auch geometrisch kompliziert gestaltete Bauteile mit höchster Präzision beschichten zu können. Das ohnehin breite Anwendungsspektrum der chemisch abgeschiedenen Nickelschichten lässt sich dadurch noch erweitern.

Obwohl die chemisch abgeschiedenen Nickel-Dispersionsschichten bereits seit Jahrzehnten erfolgreich in verschiedensten Anwendungen eingesetzt werden, gilt es weitläufig noch als exotisches Nischenverfahren. Dieser Ruf ist dabei unberechtigt: Jährlich werden Millionen von Bauteilen beispielsweise in der Automobil- und Textilmaschinenindustrie prozesssicher mit diesen Schichtsystemen versehen. Einen groben Überblick über typische Schichtsysteme und deren Anwendungsfelder gibt *Tabelle 1*.

Die CCT GmbH in Stuttgart beschäftigt sich schwerpunktmäßig mit chemisch abgeschiedenen Nickel- und Nickel-Dispersionsschichtungen, wobei das Betätigungsfeld von der Entwicklung kundenspezifischer Schichtsysteme über die Prototypenfertigung bis hin zur Serienbeschichtung reicht.

1 Chemisch Nickel-Dispersionsschichtungen in offenen Tribosystemen

Für die Funktion eines offenen Tribosystems ist maßgeblich der Verschleiß des Grundkörpers verantwortlich, wobei der Gegenkörper die Beanspruchung aufbringt. Typisch für solche Systeme ist, dass der Grundkörper ständig mit neuem Material in Kontakt kommt. Zerspanungsvorgänge sind dieser Klasse zuzuordnen, wobei hier das Werkzeug (Grundkörper) ständig mit neuem Material (Werkstück) in Berührung ist.

Auch in der Textilmaschinenindustrie sind häufig offene Tribosysteme zu finden. Über die Anwendung von chemisch abgeschiedenen Nickel-Dispersionsschichten beim Open End- oder Rotorspinnen wurde an dieser Stelle bereits berichtet [1], weshalb auf die anwendungsrelevanten Details an dieser Stelle nicht eingegangen wird. In diesen Anwendungen werden Dispersionsschichten mit eingelagerten Hartstoffen wie Diamant und Siliziumcarbid eingesetzt, wobei die Partikelgrößen meist im Bereich von 1 µm bis 3 µm liegen. *Abbildung 1* zeigt die Oberflächenstruktur einer chemisch abgeschiedenen Nickelschicht mit Siliziumcarbid (SiC).

Im Textilmaschinenbereich ist die durch die Partikel eingestellte definierte Oberflächenrauheit für einige faserführende Bauteile erwünscht oder sogar zwingend notwendig, da der Fasertransport und die Garnbildung durch Reibungsvorgänge

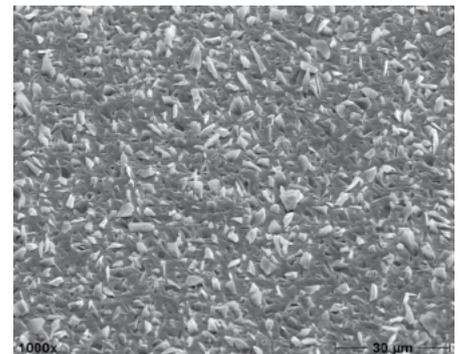


Abb. 1: Oberflächenstruktur einer chemisch abgeschiedenen Nickelschicht mit Siliziumcarbid (1000:1)

stattfindet. Allerdings gibt es auch Beanspruchungsfälle im Textilmaschinenbereich, bei denen eine Mikrorauigkeit der Oberfläche nicht erwünscht ist, aber aus Gründen der Verschleißbeständigkeit auf die Einlagerung der Hartpartikel nicht verzichtet werden soll.

Diese zunächst widersprüchliche Anforderung lässt sich bei geometrisch einfachen Bauteilen dadurch lösen, dass das Bauteil nach der Beschichtung noch einer Gleitschleifbehandlung unterzogen wird. Dabei werden die aus der Oberfläche ragenden Hartstoffspitzen abgeschert und die Oberfläche geglättet. Bei geometrisch komplexeren Bauteilen wird auf die Dispersionsschicht eine feststofffreie chemisch abgeschiedene Nickelschicht (*Nachvernichelung*) aufgebracht, deren Schichtdicke



Abb. 2: Oberfläche aus einer chemisch abgeschiedenen Nickel-Diamantbeschichtung mit Nachvernickelung

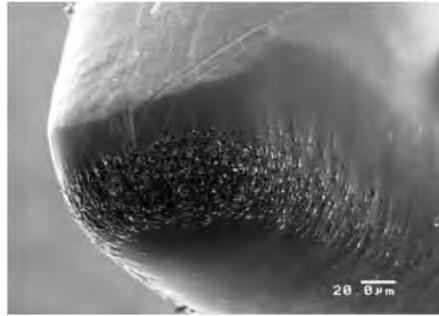


Abb. 3: Beschichtung aus chemisch abgeschiedenem Nickel mit Diamant, bei der die Diamantpartikeln freigelegt sind (500:1)

so eingestellt wird, dass die Hartstoffpartikel gerade vollständig umschlossen werden. *Abbildung 2* zeigt den Zahn einer Auflösungswalze für Open End-Textilmaschinen. Die exakte, konturengenaue Beschichtung eines solchen Bauteils kann nur mit chemisch abscheidenden Nickelverfahren realisiert werden.

In der Anwendung verschleißt nun die dünne, feststofffreie Deckschicht relativ schnell und legt die Diamantpartikel sukzessiv frei, so dass ein faserschonender Eingriff der Diamantpartikel ermöglicht wird. In *Abbildung 3* ist ein solcher Zahn

nach kurzer Laufzeit in der Maschine zu sehen. Die Nachvernickelung wird nur in den verschleißbeanspruchten Zonen abgetragen und legt dort die Dispersionsschicht frei. Durch diese Maßnahmen kann die Beschichtung also verschiedenen Anforderungen angepasst werden.

2 Beschichtungen in geschlossenen Tribosystemen

Von geschlossenen Tribosystemen wird gesprochen, wenn Grund- und Gegenkörper wiederholt beansprucht werden. Die Funktion hängt in diesem Falle vom Verschleiß

beider Körper ab. Ein Beispiel für ein solches Tribosystem ist die Zylinderlaufbahn und der Kolben eines Verbrennungsmotors. In geschlossenen Tribosystemen sind die vorhergehend beschriebenen Schichtsysteme aufgrund der Partikelgröße oftmals nicht einsetzbar.

Hartstoffpartikel im Größenbereich zwischen 1 µm und 3 µm können in geschlossenen Tribosystemen einen unzulässigen Verschleiß des Gegenkörpers verursachen. Eine Möglichkeit zur Lösung dieses Problems besteht darin, die Partikelgröße der Hartstoffe zu reduzieren. Gerade für Tribopaarungen Metall / Metall werden vermehrt chemisch abgeschiedene Nickel-Dispersionsschichtungen eingesetzt, bei denen die Partikelgröße der eingesetzten Hartstoffe nur noch 0,5 µm bis 0,8 µm beträgt.

Lesen Sie weiter unter womag-online.de

WOMag-online-Abonnenten steht der gesamte Beitrag zum Download zur Verfügung. Im weiteren werden verschiedene Einsatzfälle vorgestellt. Der Gesamtumfang des Beitrags beträgt etwa 3,25 Seiten mit 8 Abbildungen.

PROTECORE® = NIPHOS® + Hartchrom Optimierung von technischen Chromschichten



Vorteile

PROTECORE®

- + exzellenter Korrosionsschutz und hohe Abriebbeständigkeit
- + Reduzierung der Chromschichtdicke
- + Anwendungen: Hydraulik, Bergbau, Fahrwerkstechnik

NIPHOS®

- + elektrolytische Abscheidung von Nickel-Phosphor-Legierungsschichten
- + frei von Halogeniden, Ammonium und Schwermetallen
- + hohe Härte (bis 1.200 HV nach Wärmebehandlung)



Vergleich Cr-Schicht mit PROTECORE®-Schicht



Korrosionsbeständigkeit

Neutraler Salzsprühtest (DIN EN ISO 9227-NSS)

Chrom 35 µm	24 h	
PROTECORE® (NIPHOS® 10 µm + Chrom 10 µm)	> 336 h	

Automatisierte Prozessabläufe in der funktionellen und dekorativen Oberflächenbehandlung

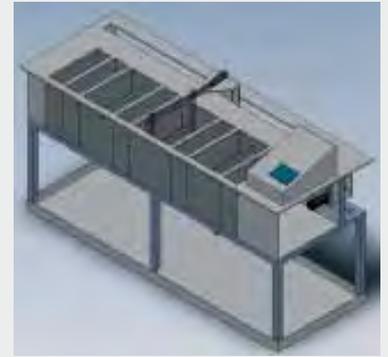
Neue Gerätereihe der Walter Lemmen GmbH – Galvano- und Oberflächentechnik

Die Walter Lemmen GmbH ist auch in diesem Jahr Aussteller auf der Productronica 2015 – Weltleitmesse für Entwicklung und Fertigung von Elektronik. Neben den Geräten zur Herstellung von Leiterplatten werden kompakte Kleingalvanikanlagen für die funktionelle und dekorative Oberflächenbehandlung ausgestellt. Die Anlagen sind universell für die Vorbehandlung, Veredelung und Nachbehandlung von Oberflächen der Leiterplatten- und Schmuckindustrie, der Medizintechnik und industriellen Klein- teilefertigung einsetzbar.

Neu auf der Messe vorgestellt wird die Gerätereihe Compacta AM mit Handling- system und SPS-Steuerung. Die Anlagen sind universell einsetzbar für die chemische oder galvanische Abscheidung von Metallen. Das Handlingsystem bewegt im Jochbetrieb den Warenträger in x- und z- Richtung. Am Bestückungsplatz wird ein Werkstück in eine Vorrichtung eingehängt und fixiert. Die Mikroprozessorsteuerung mit übersichtlichen Touch Display ermöglicht die Übernahme aller Steuer- und

Steckbrief – Technische Daten der Compacta AM

Funktion	Galvanotechnik
Arbeitsfläche	kundenspezifisch
Elektrischer Anschluss	230 V AC, 50–60 Hz oder 400 V AC
Volumen Behandlungsbecken	kundespezifisch, 5 l bis 150 l
Verfahrensgeschwindigkeit	10 cm/s
Max. Gewicht Warenträger	10 kg
Anschluss Frischwasser	16 mm
Anschluss Abwasser	25 mm
Anschluss Abluft	125 mm



Regelfunktionen der Systemkomponenten. In Abhängigkeit von der Prozessabfolge wird der Warenträger automatisch von Becken zu Becken transportiert. Nach Ablauf des Prozesses fährt das Handling wieder in Parkposition zurück.

Folgende Parameter sind frei einstellbar und können individuell als Programm festgelegt und gespeichert werden:

- Tauchzeit in den Becken

- Abtropfzeiten über den Becken
- Bewegungsgeschwindigkeit in dem Becken
- Spannung und Strom im Galvanikbad
- Temperatur

Insgesamt können 99 Programme abgespeichert werden. Die Beckenabfolge kann vom Benutzer frei definiert werden. Durch den modularen Aufbau lässt sich die Gerätereihe an individuellen Ansprüche des Anwenders anpassen. Der Aufbautyp beinhaltet alle erforderlichen Anlagenkomponenten zur Realisierung von qualitativ hochwertigen Oberflächen: Gleichrichter, Badbewegung, Heizungen mit Regler, Luft- einblasung, Kühlung, Filter- und Ionentauscheranlagen sowie bei Bedarf Elektrolysezellen für die Edelmetallrückgewinnung.

Die Anlage eignet sich damit hervorragend zum Aufbau und Test von Beschichtungs- abläufen, aber auch zur Bearbeitung von Kleinserien, Prototypen oder der Prüfung neuer Bearbeitungs- und Beschichtungs- verfahren – das ideale Gerät für innovative Oberflächentechnik.

➔ www.walterlemmen.de

Productronica 2015
Halle B1, Stand 218



Galvanikanlage zur dekorativen oder funktionellen Oberflächenbehandlung mit Handlingsystem und SPS-Steuerung

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

Fachbeiträge in digitaler Form mit allen Möglichkeiten der modernen Medien!

1 Monat kostenfrei zum Kennenlernen!

Kommen Sie auf unsere Webseite: **www.womag-online.de**

Umfassend und immer auf dem neuesten Stand!

Neue Erkenntnisse beim Hartanodisieren – Muss der Elektrolyt auf 0 °C gekühlt werden?

Von Christian Mock, Stefan Kölle und Klaus Schmid, Fraunhofer-IPA, Stuttgart

Durch Hartanodisieren von Aluminium bei niederen Elektrolyttemperaturen von 0 °C und Stromdichten von 2 A/dm² bis 6 A/dm² entstehen harte Oxidschichten, sogenanntes Harteloxal. Aufgrund der hohen elektrischen Widerstände solcher Oxidschichten und der Tatsache, dass der Elektrolyt stark gekühlt werden muss, liegt ein hoher Energieverbrauch vor. Untersuchungen zeigen, dass die erforderlichen Härten von mehr als 400 HV bei Schichtdicken von etwa 40 µm auch bei höheren Elektrolyttemperaturen erreicht werden. Daraus ergeben sich erhebliche Einsparmöglichkeiten beim Energieeinsatz.

New Developments in Hard Anodising – Must the Electrolyte be Cooled to 0°C?

Hardanodising of aluminium at low electrolyte temperatures from 0°C and at current densities of 2 A/dm² to 6 A/dm², gives rise to hard oxide layers, so-called Hard Anodising. Given the very high electrical resistance of such oxide layers and the reduced electrolytic conductivity of the cooled electrolytes, the process is relatively energy-intensive. Recent research has shown that oxide layers of the required hardness (>400 HV) and of thickness around 40 µm can also be formed at higher electrolyte temperatures, thereby achieving valuable energy savings.

1 Einleitung

Aluminiumwerkstoffe verbinden gute Verfügbarkeit mit vielfältigen Möglichkeiten der Be- und Verarbeitung bei einem günstigen Verhältnis zwischen Gewicht und Festigkeit. Entsprechend groß ist ihre Bedeutung zum Beispiel für die Luftfahrtindustrie, den Automobilbau, aber auch den Maschinen- und Anlagenbau. Zudem kann Aluminium sehr gut recycelt werden und zeichnet sich hierdurch gegenüber anderen Leichtbauwerkstoffen aus. Auf Grund seiner schlechten Verschleiß- und Korrosionsbeständigkeit muss Aluminium in den meisten Fällen vor der Verwendung beschichtet werden. Besonders geeignet für den Verschleißschutz sind dabei Schichten, die durch die Hartanodisation (HA) erzeugt werden; die daraus erzeugten Schichten sind auch unter der Bezeichnung *Harteloxal* bekannt. Der Begriff Eloxal leitet sich dabei

aus den Begriffen *elektrolytische Oxidation von Aluminium* ab [7].

Beim Anodisieren werden die Bauteile in einen üblicherweise auf Basis von Schwefelsäure aufgebauten Elektrolyten getaucht und mithilfe eines Gleichrichters als Anode geschaltet. Es resultiert ein entsprechender Stromfluss zu ebenfalls im Elektrolyten eingetauchten Gegenelektroden (Kathoden). Auf den Bauteiloberflächen wird dabei gleichzeitig Aluminium aufgelöst und Sauerstoff erzeugt. Der Sauerstoff und die Aluminiumionen reagieren zu keramischem Aluminiumoxid und bilden eine sehr verschleiß- und korrosionsbeständige Schicht [4]. Die Härte und Widerstandsfähigkeit von Vollmaterial aus Aluminiumoxid wird allerdings nicht erreicht, da die Schichten aufgrund der besonderen Bildungsmechanismen porös sind. Von oben betrachtet haben Eloxalschichten Ähnlichkeit

mit Bienenwaben, die jeweils in der Mitte eine Pore besitzen (Abb. 1).

2 Energieverbrauch bei der Hartanodisation

Die Hartanodisation ist ein etabliertes und bewährtes Verfahren. Aus den speziellen Abscheidungsbedingungen resultiert ein sehr großer Energiebedarf, der bis zu 20 % der Verfahrenskosten betragen kann. Dieser Energieverbrauch ist auf die hohen benötigten Gleichrichterspannungen zurückzuführen, die wiederum vom hohen elektrischen Widerstand der gebildeten Schicht verursacht werden.

Es wird allgemein davon ausgegangen, dass der Stromfluss über die mit gut leitfähigem Elektrolyt gefüllten Poren der Eloxalschicht stattfindet, da Aluminiumoxid ein Nichtleiter mit einem sehr hohen spezifischen Widerstand (10¹⁹ (Ωmm²)/m) [9] ist. Die

Sir Face empfiehlt:

Oberflächentechnik – natürlich von AHC

FMB
Halle 20, Stand H24

AHC
OBERFLÄCHENTECHNIK



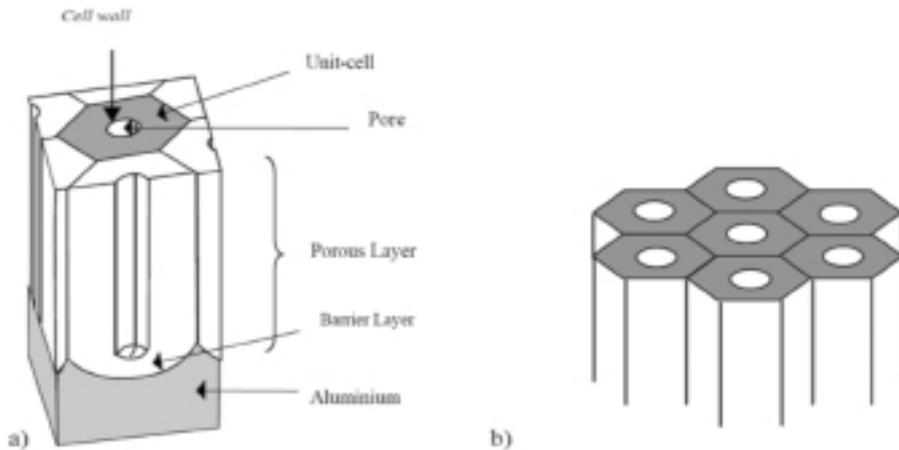


Abb. 1: Ansicht einer Zelle der Aluminiumoxidschicht im Schnitt (a) und in Aufsicht (b) [8]

Poren sind jedoch sehr klein und machen nur einen Bruchteil der Bauteiloberfläche aus. Es ergibt sich insgesamt ein hoher, mit zunehmender Dicke der Aluminiumoxidschicht weiter ansteigender, Widerstand. Die Spannungen, die benötigt werden, um diesen Widerstand zu überwinden, können beim Hartanodisieren durchaus bis zu 120 V erreichen, wie durchgeführte Untersuchungen belegen (Abschnitt 5).

Die gesamte ins System eingetragene Energie ergibt sich anhand Gleichung <1> [3]:

$$E = R \cdot I^2 \cdot t = U \cdot I \cdot t \quad <1>$$

- mit:
- E Energie (Wh)
 - R Widerstand (Ω)
 - I Stromstärke (A)
 - t Beschichtungsdauer (h)
 - U Spannung (V)

Anhand eigener Untersuchungen kann davon ausgegangen werden, dass beim Hartanodisieren etwa 70 % der eingetragenen Energie als Joulesche Wärme eingebracht wird. Dieser Wärmeeintrag muss mit einer Kühlung des Elektrolyten ausgeglichen werden, damit die Elektrolyttemperatur konstant bleibt. Der Energieverbrauch summiert sich infolgedessen zum einen aus dem Energieeintrag des Gleichrichters und zum anderen aus der benötigten Energie zum Kühlen des Elektrolyten. Die einzuhaltende Elektrolyttemperatur kann dabei nicht beliebig gewählt werden, da die Schichtqualität unter zu hohen Temperaturen leidet.

Die Schichteigenschaften werden grundsätzlich durch zwei Mechanismen bestimmt: durch die Schichtbildung, die über die Stromdichte gesteuert wird, und durch die Schichtrücklösung, die über die Säurekonzentration und die Elektrolyttemperatur beeinflusst wird. Durch die Stromdichte beziehungsweise die Spannungen kann

die Größe der Zellen beeinflusst werden, während die Elektrolyttemperatur und die Säurekonzentration den Porendurchmesser bestimmen (Abb. 1). Um möglichst harte Schichten zu erzielen, müssen beim Hartanodisieren daher nach dem Stand der Technik hohe Stromdichten (2 A/dm^2 – 6 A/dm^2) und sehr niedrige Elektrolyttemperaturen ($0 \text{ }^\circ\text{C}$ – $5 \text{ }^\circ\text{C}$) gewählt werden [4, 7]. Die niedrige Elektrolyttemperatur soll die Rücklösung und damit das Entstehen von zu porösen, weicheren Schichten minimieren.

3 Messung der Schichttemperatur beim Hartanodisieren

Tatsächlich ist der Zusammenhang zwischen Elektrolyttemperatur und der Rücklösung komplexer, als er in der Literatur oft dargestellt wird. Der Energieeintrag über den Gleichrichter erfolgt hauptsächlich lokal am Ort der Schichtbildung und damit immer an der Grenzfläche zwischen Aluminium und Eloxalschicht beziehungsweise innerhalb der Schicht durch den Stromfluss in den Poren. Die Temperatur in der Schicht ist somit zwangsläufig deutlich höher als die Elektrolyttemperatur im Elektrolyten. Genau diese Temperatur ist aber für die

Rücklösung und damit für die Schichteigenschaften entscheidend. Daraus ergibt sich die Situation, dass bei niedrigen Elektrolyttemperaturen dickere und dichtere Schichten entstehen, die durch ihren hohen Widerstand eine starke Erwärmung der Schicht erwarten lassen. Der Erwärmung muss wiederum durch eine niedrigere Elektrolyttemperatur entgegengewirkt werden. Diese Wechselwirkung zwischen Energieeintrag und Wärmeabfuhr führt zu einer Art Kreislauf, dessen Abhängigkeiten nur schwer zu durchbrechen sind (Abb. 2).

Die genauere Betrachtung dieser gegenläufigen Einflüsse führt zu der Hypothese, dass bei niedrigen Elektrolyttemperaturen nicht zwangsläufig auch niedrige Temperaturen in den Poren vorliegen müssen. Die niedrigste Elektrolyttemperatur muss nicht zur härtesten Schicht führen. Eine Bestätigung dieser Hypothese könnte immense Auswirkungen auf die notwendigen Elektrolyttemperaturen und damit den gesamten Energiebedarf beim Hartanodisieren haben. Die zentrale Aufgabe bei der Überprüfung dieser Hypothese ist dabei die Ermittlung belastbarer Messwerte für das Temperaturniveau innerhalb der Schicht während der Hartanodisation.

In der vorliegenden Arbeit wurden deshalb genau diese Zusammenhänge zwischen Verfahrensparametern des Hartanodisierens, der Elektrolyttemperatur, der Temperatur in der Schicht und der Schichthärte untersucht. Mit diesem Wissen besteht die Möglichkeit, das Hartanodisieren hinsichtlich seines hohen Energieverbrauchs zu optimieren und Elektrolyttemperaturen zu finden, bei denen ein geringerer Energieeintrag vorliegt und trotzdem noch die bekannten Schichthärten des Hartanodisationsprozesses erreicht werden können. Mit besseren Energieausbeuten lässt sich gerade bei diesem energieintensiven Verfahren ein Wettbewerbsvorteil erzielen.



Abb. 2: Gegenseitige Einflussnahme aus Energieeintrag und Wärmeabfuhr

Um die vorherrschenden Temperaturen beim Hartanodisieren möglichst nahe an der Grenzfläche Aluminium/Aluminiumoxid zu erfassen und gleichzeitig praxisrelevante Parameter, wie beispielsweise eine Lufteinblasung, kontrolliert einsetzen zu können, wurde am Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung (IPA) ein entsprechender Versuchsaufbau entwickelt. Die eingesetzte Messvorrichtung ermöglicht es, während des Prozesses die Temperaturen an einem Prüfkörper aus der jeweils zu untersuchenden Aluminiumlegierung aufzuzeichnen. Die Temperaturmessungen erfolgen dabei an drei verschiedenen Positionen 0,25 mm unterhalb der Bauteiloberfläche und damit so nah wie möglich an der relevanten Erwärmungszone. Somit können Aussagen über die Eigenschaften der Eloxalschichten auf Basis der Temperaturen direkt an der Grenzfläche Aluminium/Aluminiumoxid getroffen werden. Dazu wurden Hartanodierversuche bei unterschiedlichen Parametereinstellungen durchgeführt und anschließend die Schichtdicke und Schichthärtigkeit erfasst und ausgewertet.

Ähnliche Messeinrichtungen und Versuchsreihen wurden auch von Graeve, Aerts und Schneider [1, 2, 5, 10] durchgeführt. Graeve [5] befasste sich mit der Wärmeübertragung auf die Aluminiumoxidschicht. Die Temperaturen wurden jedoch auf der Rückseite der Anode erfasst, wodurch keine Aussagen über die Temperaturen an der Grenzfläche Aluminium/Aluminiumoxid zu gewinnen sind. Aerts [1, 2] beschäftigte sich mit dem Einfluss der Anodisierstemperatur auf die mechanischen Eigenschaften und

Porosität der Aluminiumoxidschichten. Die Zusammenhänge wurden jedoch über die Elektrolyttemperatur hergeleitet und nicht über die Temperatur an der Phasengrenze Aluminium/Aluminiumoxid. Schneider [10] hat die Temperatur an der Übergangszone zwischen Aluminium/Aluminiumoxid/Elektrolyt untersucht. Allerdings wurden die Versuche bei sehr hohen Stromdichten von bis zu 100 A/dm² und geringen Expositionsdauern (max. 300 s) durchgeführt. Dementsprechend wurde bei dieser Arbeit nicht mit praxisnahen Bedingungen gearbeitet. Zusammenfassend wurden bei keiner dieser Veröffentlichungen die Temperaturen an der Grenzfläche Aluminium/Aluminiumoxid unter tatsächlichen und praxisnahen Bedingungen während des Anodisierens erfasst und untersucht. Nur mit diesem Wissen lassen sich aber industrielle Prozesse hinsichtlich ihrer Verfahrensparameter optimieren.

4 Messung der Schichttemperatur – Versuchsdurchführung

Die Messvorrichtung wurde in einem doppelwandigen Becherglas mit einem Volumen von fünf Litern positioniert (Abb. 3). Als Elektrolyt wurde verdünnte Schwefelsäure (180 g/l) verwendet, welcher während der Versuche durch Rühren ständig in Bewegung gehalten wurde. Zusätzlich konnte eine Lufteinblasung zugeschaltet werden, durch die eine gleichmäßigere Durchmischung und infolgedessen eine homogenere Temperaturverteilung innerhalb des Elektrolyten erreicht wurde. Dadurch konnte der Einfluss der Lufteinblasung auf den Hartanodisationsprozess

erfasst werden. Auf einem Probekörper aus AlMgSi1 wurde eine Schicht von 40 µm bei Stromstärken von 2 A/dm² und 3 A/dm² erzeugt.

Die Versuche wurden bei drei unterschiedlichen Temperaturen durchgeführt. Neben der konventionellen Hartanodisierstemperatur von 0 °C wurden zwei höhere Temperaturen, fortlaufend als T2 und T3 bezeichnet, getestet. Zusammenfassend bestand somit eine Versuchsreihe aus zwölf Prüfkörpern. Um die Streuung innerhalb der Messergebnisse erfassen und die Reproduzierbarkeit des Hartanodisationsprozesses überprüfen zu können, wurde zusätzlich eine Wiederholungsmessung der Versuchsreihe durchgeführt.

Bei jeder erzeugten Eloxalschicht wurden die Härte und die Schichtdicke erfasst und ausgewertet. Die Schichtdicke wurde an jedem Prüfkörper für jede Temperaturmessstelle an zehn Messstellen erfasst. Somit wurden pro Prüfkörper 30 Schichtdickenwerte gemessen und ausgewertet.

Lesen Sie weiter unter womag-online.de

WOMag-online-Abonnenten steht der gesamte Beitrag zum Download zur Verfügung. Im weiteren werden Härte und Härteverläufe bei unterschiedlichen Temperaturen des Anodisationselektrolyten aufgezeigt und die für den Prozess notwendigen Energiemengen miteinander verglichen.

Der Gesamtumfang des Beitrags beträgt etwa 5 Seiten mit 7 Abbildungen und 10 Literaturhinweisen.

Innovative Lösungen für Abwasser



Seit über 25 Jahren - Abwasserbehandlung mit NOWAK Cleanwater

- Thermische und biologische Verfahren für höchste Ansprüche in Wasser- und Abwassertechnik
- Durch die Kombination modernster Verfahren immer die beste Lösungen hinsichtlich Invest und Betriebskosten
- Herstellung von Abwasser- und Ionenaustauscheranlagen
- Modernisierung und Optimierung von bestehenden Anlagen

Für Ihr Prozesswasser stark im Team:
NOWAK Cleanwater und KMU LOFT Cleanwater

www.nowak-cleanwater.de

Lasermaterialbearbeitung in der Oberflächentechnik

Von Tom Cruz, Hochschule Pforzheim, Fachbereich Maschinenbau

Der Laser ist eine hochpräzise Energiequelle, die innovative Verfahren, wie das Laserpulverauftragschweißen und das Laserhärten, ermöglicht. Durch diese Verfahren lässt sich eine Funktionsoberfläche partiell verändern, um so verschiedensten Anforderungen gerecht zu werden. Beim Laserpulverauftragschweißen wird eine aufgeschweißte Dickschicht (Schichten > 100 µm) auf ein Bauteil appliziert, wodurch dieses an definierten Stellen gegen Verschleiß geschützt wird. Stand der Technik sind monolithische Schichten, die vom Aufbau ähnlich zu gesintertem Hartmetall sind und oft aus einem metallischen Binder mit darin eingebundenen Karbiden bestehen. Neueste Forschungen befassen sich mit Mehrschichtsystemen nach biologischen Grundlagen, die so gestaltet sind, dass sie ähnliche Verschleißkennwerte aufweisen aber weniger rissanfällig sind. Das Laserhärten, genauer das martensitische Umwandlungslaserhärten, basiert auf dem Prinzip der sogenannten Selbstabschreckung eines Materials. Es ist eines der verzugärmsten Härteverfahren. Durch moderne hochdynamische Temperaturregelungen können filigrane Geometrien mit unterschiedlichsten Topographien und anschmelzungsgefährdeten Zonen anschmelzungsfrei gehärtet werden. Beide Verfahren eröffnen neue Wege der Konstruktion und der Bauteilauslegung. Dies bildet die Grundlage, mechanisch hochbeanspruchte Bauteile noch leichter, kompakter und verschleißbeständiger zu gestalten.

Laser Processing of Materials in Surface Technology

Lasers are high precision energy sources which enable innovative processes such as hardfacing using metal powders and laser hardening. Using such processes enables selective functionalising of surfaces to meet the demands of a wide range of applications. In the case of laser hardfacing, a thick layer (typically thicker than 100µm) of metal powder is fused onto the component surface thus providing enhanced wear resistance at selected locations. The present state of the technology allows creation of monolithic layers, similar to those formed by sintering of hard metal powders, often incorporating a binder including carbides. Most recent research has focused on multilayer systems resembling biologically found analogues. In this way, they provide wear resistance but with reduced propensity to crack. Laser hardening, more accurately defined as martensitic transformation laser hardening is based on the principle of so-called self-quenching of a material. It constitutes one of the most reliable hardening processes. Thanks to modern highly-responsive temperature control methods, even components with the most delicate filigree geometry and with a wide range of topographies, incorporating areas at risk of metal fusion, can be hardened without danger of such coagulation. Both of the above processes make possible new methods of component construction and assembly and indeed the fabrication of entirely new component geometries. All of which offers the possibility of producing components with enhanced mechanical properties but also lighter in weight, more compact and with greater wear resistance than hitherto.

1 Einleitung

Beim heute üblichen Fokus auf die Ressourceneffizienz spielen Themen wie *Leichtbau* und damit einhergehend die *Funktionsintegration* eine immer größere Rolle. Mechanische Bauteile werden zunehmend kompakter und filigraner und besitzen eine Vielzahl an unterschiedlichen integrierten Funktionen. Dabei werden verschiedenste Anforderungen an die Funktionsoberflächen gestellt. Um solche Bauteile vor Verschleiß zu schützen, reichen die konventionellen Methoden oft nicht mehr aus. Daher muss das Augenmerk auf neue, innovative Verfahren gerichtet werden, die unterschiedlichste Anforderungen abdecken sowie sehr präzise eingesetzt und geregelt werden können. Die Energiequelle Laser bietet hier eine Vielzahl an Möglichkeiten, die Funktionsoberflächen eines Bauteils zu verändern, sodass sie den gesteigerten Ansprüchen an Verschleißbeständigkeit genügen.

Seit 2003 wird an der Hochschule Pforzheim intensiv an der Verfahrensentwicklung in



Abb. 1: Laserpulverauftragschweißen an rotations-symmetrischem Bauteil



Abb. 2: Laserhärten an einer scharfkantigen Geometrie

der Lasermaterialbearbeitung in der Oberflächentechnik geforscht. Die Schwerpunkte liegen hierbei auf den Verfahren *Laserauftragschweißen* und *Laserhärten* (Abb. 1 und 2), die im Nachfolgenden näher betrachtet werden.

2 Lasermaterialbearbeitung im Überblick

Die Laserverfahren, die in der Oberflächentechnik eingesetzt werden, lassen sich den Fertigungsverfahren nach DIN 8580 zuordnen (Abb. 3):

- Urformen:
Lasergenerieren, mit Unterteilung in Selektives Laserschmelzen (SLM) und Laserpulverauftragschweißen
- Umformen:
Laserrichten
Lasergestütztes Biegen
- Trennen:
Laserschneiden
Laserabtragen/-strukturieren
Laserbohren

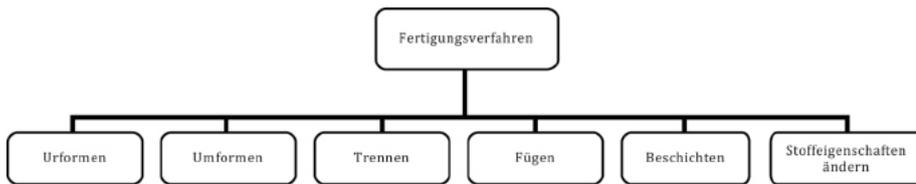


Abb. 3: Einordnung der Fertigungsverfahren nach DIN 8580 [5]

- Fügen:
 - Laserlöten
 - Laserschweißen, mit Unterteilung in Wärmeleitungsschweißen und Tieferschweißen
- Beschichten:
 - Laserauftragschweißen, mit Unterteilung in Verfahren mit Pulver und solche mit Draht oder Band
- Ändern der Stoffeigenschaften:
 - Laserhärten
 - Laserlegieren
 - Laserdispargieren

Diese verschiedenen Laserstrahlverfahren unterscheiden sich hauptsächlich in der Intensität der Energieeinbringung, dem zeitlichen Verlauf der Bestrahlung sowie dem Temperaturverlauf im Material. Alle haben gemeinsam, dass sie Energie berührungslos mittels Licht (elektromagnetische Wellen gleicher Wellenlänge) in ein Werkstück einbringen [5]. Im Folgenden werden die Verfahren Laserhärten und Laserauftragschweißen genauer betrachtet.

3 Laserauftragschweißen

Das Laserauftragschweißen ist, gemessen am Entwicklungsstand, noch ein relativ junges, aber hochflexibles Beschichtungsverfahren, bei dem ein Zusatzwerkstoff mithilfe von Laserstrahlung auf ein Substrat aufgetragen wird. Das Laserauftragschweißen ist im technischen Sprachgebrauch unter mehreren Bezeichnungen bekannt:

- Laserbeschichten
- Laser deposition welding (engl.)
- Lasercladding (engl.)

Dabei ist darauf zu achten, dass dieses Verfahren nicht mit dem Selektiven Lasersintern/Laserschmelzen (SLS oder SLM) oder Laserspritzen verwechselt wird, welche zu anderen Gruppen der Laserstrahlverfahren gehören und auf anderen Verfahrensprinzipien basieren.

Das Laserauftragschweißen, zugehörig zu den Auftragschweißverfahren, ist dadurch gekennzeichnet, dass ein Zusatzwerkstoff mittels einer Energiequelle aufgeschmolzen und auf ein Substrat aufgetragen wird, auf

das durch die Quelle ebenfalls Energie eingebracht wird. Im Gegensatz zu den Thermischen Spritzverfahren entsteht bei den Auftragschweißverfahren eine schweißmetallurgische Verbindung zwischen Substrat und Auftragwerkstoff, wodurch die Haftfestigkeit auftraggeschweißter Schichten sehr hoch ist.

Das Laserauftragschweißen zählt zu den *Schmelz-Auftragschweißverfahren mit Strahlungsenergie*. Im Laufe der Zeit wurden zahlreiche Varianten des Laserauftragschweißens entwickelt, die sich in erster Linie in Art und Zuführung des Zusatzwerkstoffs unterscheiden. So gibt es, neben der bekanntesten Verfahrensvariante, dem Laser-Pulver-Auftragschweißen, auch das Laserauftragschweißen mit band-, draht- oder pastenförmigen Zusatzwerkstoffen.

In weit über 90 % der aktuellen industriellen Anwendungen hat sich das Laser-Pulver-Auftragschweißen (LPA) aus zwei Gründen etabliert: Zum einen sind die Marktpreise für Pulverwerkstoffe durch einen großen Bedarf dank der Thermischen Spritzverfahren auf einem akzeptablen Niveau, zum anderen bietet die Verarbeitung pulverförmiger Zusatzwerkstoffe ein großes Spektrum verfügbarer Werkstoffe sowie eine einfache Herstellung von Legierungen und Verbundwerkstoffen durch Mischen.

Das Verfahrensprinzip kann am Beispiel einer sogenannten Ringspalt-Koaxialdüse erklärt werden (Abb. 4). Der Laserstrahl tritt

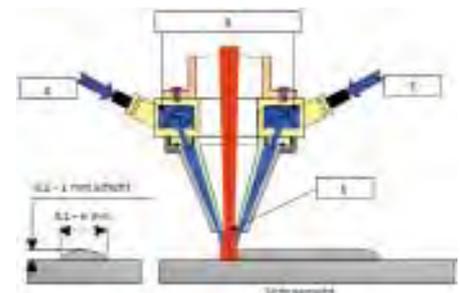


Abb. 4: Grundprinzip des Laserauftragschweißens [2]

aus der zentralen Öffnung (1) des inneren Düsentails aus und trifft mit einem definierten Strahldurchmesser senkrecht auf die Werkstückoberfläche auf. Durch den selben Düsenaustritt (1) wird ein konstanter Strom eines inerten Gases, meist Argon, auf das Werkstück geleitet. Dieser dient zur Schutzgasabdeckung des Prozesses, um unerwünschte Oxidation zu vermeiden. Zeitgleich wird der Zusatzwerkstoff in Form eines Pulver-Gas-Stroms (meist ein Gemisch aus Pulver und Argon), der von einer Förderanlage dosiert und bereitgestellt wird, über vier am Umfang der Pulverdüse angebrachte Eingänge (2) in eine Homogenisierungskammer (3) eingeblasen.

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

WOMag-online-Abonnenten steht der gesamte Beitrag zum Download zur Verfügung. Im weiteren werden die Durchführung des Laserauftragschweißens und Laserhärten erläutert und deren Anwendung und Eigenschaften an Beispielen vorgestellt und verglichen. Der Gesamtumfang des Beitrags beträgt etwa 4,5 Seiten mit 12 Abbildungen und 7 Literaturhinweisen.

**WINTER METALLE
GMBH**

Chemikalien

Silbersalze
Goldsalze
Nickelsalze
- und andere

Zubehör

Titan- Anodenkörbe
und Haken
Anoden- und Filterbeutel
Reparaturen

Anoden

Feinsilber
Reinzinn
Zinn-Blei
Nickel
Kupfer
Feinzink
Messing
Platinierter Titan
Mischoxid-Titan
Graphit
in allen Abmessungen

Weiteres Lieferprogramm:

Targetts: Ti, Ta, W, Mo, Nb, Zr, Ni
Elektroden: Cu, W, Cu, W, Mo, TZM
Schiffchen, Wendeln
Tiegel: Ta, W, Mo, Zr, Pt

Recycling

Wir recyceln oder kaufen
Edelmetall- und Anodenreste

Kontakt Winter Metalle GmbH • Meller Straße 17 • D- 49082 Osnabrück
Telefon: 0541/ 58 69 74 • Fax: 0541/ 57 13 95 • e-mail: winter-metalle@arcor.de

Verschleißfeste Oberflächen für Filmequipment

Das Unternehmen Grip Factory Munich fertigt Equipment wie Schienensysteme, Kräne oder Dollys die Kamerasysteme tragen und bei Filmdreharbeiten zum Einsatz kommen. Wie in der Branche zu Beginn allgemein üblich, wurden Aluminiumbauteile noch schwarz pulverlackiert. Nach kurzer Zeit im Einsatz zeigten die zur Wartung zurückkommenden Teile jedoch deutliche Verschleißspuren. Die Lösung bestand darin, Aluminiumteile der Systeme nach dem Hart-Coat®-Verfahren der AHC Oberflächentechnik GmbH harteloxieren zu lassen.

Bei diesem elektrolytischen Verfahren wird das zu beschichtenden Werkstücke als Anode geschaltet in einem sauren Elektrolyten mit relativ niedriger Temperatur behandelt. Mithilfe von elektrischem Strom wird auf der Werkstückoberfläche eine Aluminiumoxidschicht erzeugt, deren Dicke einstellbar ist und für die meisten Anwendungen im Bereich zwischen 30 µm und 60 µm liegt. Wie die zuständigen Mitarbeiter bei Grip Factory bestätigen, sehen die Teile jetzt selbst nach zehn Jahren, wenn sie zur Wartung zurückkommen, noch aus wie neu. Das hängt auch mit der guten Verschleißfestigkeit der Hart-Coat®-Schichten zusammen. Sie beruht auf der Härte des Aluminiumoxids, das sich während des

Beschichtungsprozesses bildet. So trotzen die Teile des Filmequipments beim Transport, beim Auf- und Abbau sowie im Einsatz den zum Teil rauen Bedingungen.

Passungen mussten auf die Schichtdicke abgestimmt werden. Der Grund hierfür ist, dass die Hart-Coat®-Schicht zur Hälfte in das Grundmaterial hineinwächst und deshalb nur zur Hälfte nach außen aufrägt. So ergibt eine 50 µm dicke Schicht nur einen Auftrag auf das Grundmaterial von 25 µm. Passungen, die nicht beschichtet werden müssen, können abgedeckt werden und benötigen keine Bearbeitung.

In Zusammenarbeit mit AHC hat Grip Factory Munich auch eine Lösung für das Harteloxieren von Schweißverbindungen gefunden. Bestehen nämlich Bauteile aus unterschiedlichen Aluminiumlegierungen, so führt dies auf den jeweiligen Materialien infolge unterschiedlicher elektrischer Leitwerte zu unterschiedlichen Schichtdicken. Das farbliche Aussehen der verschiedenen Aluminiumwerkstoffe ist ebenfalls unterschiedlich. Die Lösung liegt schlicht und einfach in der Auswahl des richtigen Schweißzusatzwerkstoffs. Die Schweißnähte werden von Grip Factory geprüft und stichprobenartig einer zerstörenden Werkstoffprüfung unterzogen.



Das GF-16 Kran-System von Grip Factory Munich, dessen Aluminiumbauteile mit der Hart-Coat®-Oberfläche versehen sind, im Außeneinsatz

Da die Filmequipmentteile gerade bei Außenaufnahmen einem nicht unerheblichen Korrosionsangriff unterliegen, wird die Hart-Coat®-Schicht in voll entsalztem Wasser bei einer Temperatur zwischen 90 °C und 100 °C nachverdichtet. Die Hart-Coat®-Schicht ist schon ohne Nachverdichtung in sauren und schwach alkalischen Medien korrosionsbeständig. Durch die Nachverdichtung kann sie auch im sauren Bereich bis etwa pH 2 widerstehen. Darüber hinaus erweist sich die Hart-Coat®-Schicht im Einsatz als UV-beständig. Gerade bei Außenaufnahmen und dem Einsatz von Tageslichtscheinwerfern ist diese Eigenschaft von Vorteil.

➤ www.ahc-surface.com

➤ www.g-f-m.net

Neubau Regenerierstation für Ionenaustauscher

EnviroFALK investiert in die Zukunft

Mit dem Spatenstich für den neuen Produktionskomplex Regeneration Ionenaustauscher am 9. Oktober wird EnviroFALK sein Service-Angebot in Zukunft noch stärker erweitern. Das Unternehmen entwickelt Wasseraufbereitungsanlagen, die je nach Anwendungsbereich und Rohwasserqualität unterschiedliche Verfahrenstechniken - wie etwa den Ionenaustausch - aufweisen. Sind die Ionenaustauscher erschöpft, werden diese von EnviroFALK in der hauseigenen Regenerierstation aufbereitet.

Bei dem Neubau setzt das Unternehmen nicht nur auf modernste Mess- und Regeltechnik für den eigentlichen Regenerationsprozess, sondern auch auf gelebte Nachhaltigkeit direkt von Baubeginn an. So sorgen energieeffiziente Pumpen, haus-eigene Wasserkreisläufe einschließlich Regenwasseraufbereitung, Photovoltaik und

Luft-Wärme-Pumpen für einen ressourcenschonenden Betriebsablauf. Der Neubau mit etwa 1500 m² ist bisher die größte Investition in der Unternehmensgeschichte. Peter Leyendecker, Geschäftsführer von EnviroFALK, wies zum Spatenstich darauf hin, dass mit dem Bau der neuen Regenerationsanlage den Kunden aus Industrie, Labor- und Medizintechnik ein erstklassigen Service angeboten werden kann.

Bei der Regeneration der Ionenaustauscher werden branchenspezifische Mischbettharze streng voneinander getrennt und nach Produktionsanwendungen sortenrein regeneriert. Das sichert höchste Qualitätsanforderungen. Für eine dokumentierte Qualitätssicherung wird jede Charge im hauseigenen Labor untersucht, auf Leitfähigkeit, Kapazität und TOC überprüft und mit einem Chargenprüfzertifikat



Gottlieb Hupfer, Geschäftsführer EnviroChemie, Peter Leyendecker und Erhard Burggraf, Geschäftsführer EnviroFALK, Ralf Seekatz, Stadtbürgermeister Westerburg, Michael Graf und Thomas Kern, Architekturbüro Graf (v.l.n.r.)

dokumentiert. Die regenerierten Ionenaustauscherharze können in Patronen, Fässer, Container oder Big-Bags abgefüllt und ausgeliefert werden.

➤ www.envirofalk.com

Metallisierte Bänder und Drähte garantieren Fortschritt in der Elektrotechnik

Seit mehr als 90 Jahren beschichtet Otto Brenscheidt in Sundern Bänder und Drähte im Endlosverfahren – eine Technologie, die Bestand hat

Kabel sind für jegliche Art der Elektrotechnik und Elektronik eine der Kernbestandteile. Der wichtigere Teil allerdings verbirgt sich unter einer schützenden und meist farbigen Oberfläche. Sie dient der Isolation gegen Kurzschluss oder dem Schutz gegen Verletzungen durch Strom, aber auch zum Schutz des Drahts gegen Korrosion und Oxidation.

An vielen Stellen ist es auch notwendig, den Draht ohne Isolation zur Herstellung eines elektrischen Kontakts einzusetzen. Dafür muss die Oberfläche des Drahts aus einer Eisen- oder Kupferlegierung eine metallische Oberfläche ohne Oxidations- oder Korrosionsfilm besitzen. Je nach Kontaktierungsart ist auch die gute Benetzung mit Lot oder eine schweißbare Oberfläche gefragt.

Alle diese Forderungen lassen sich durch eine entsprechende metallische Beschichtung mit Silber oder Zinn zur guten Kontaktierung oder mit Nickel als Schutz gegen Korrosion und Oxidation erfüllen.

Darüber hinaus muss die Beschichtung von Drähten, ebenso wie die von Bändern, im

Zustand eines Halbzeugs beschichtet werden. Das bedeutet, die Werkstoffe sind im Endloszustand auf Rollen zu verarbeiten und gehen als solche in die weitere Verarbeitung.

Pionier der Drahtbeschichtung

Herausforderungen dieser Art hat Otto Brenscheidt, Gründer des gleichnamigen Unternehmens, bereits zu Beginn des letzten Jahrhunderts aufgegriffen und 1924 in einer der vermutlich weltweit ersten Anlagen zur galvanischen Beschichtung im sogenannten Durchlaufverfahren umgesetzt. Beschichtet wurde damals Stahldraht mit einer Nickelschicht zum Schutz gegen Korrosion. In den 1960er-Jahren wurde die Beschichtungstechnik auf Bänder, wiederum als Korrosionsschutz, ausgeweitet. Mit der beginnenden, stürmischen Entwicklung der Elektrotechnik und Elektronik wurde die Metallisierung von Drahtmaterial aus Kupfer und Kupferlegierungen, insbesondere mit Zinn und Zinnlegierungen zum Löten, immer bedeutender.

So zählte die Herstellung von Koaxialkabeln für die Fernstechnik, die mit einer wenige Mikrometer dicken Silberschicht (Stichwort: Skin-Effekt) versehen wurden, lange zu den wichtigen Bereichen des Unternehmens. Ein weiterer Schwerpunkt entstand durch die Verwendung von Drahtmaterial für elektrische und elektronische Bauelemente auf Leiterplatten.

Neben den beiden Endlosmaterialien Draht und Band befasst sich die Otto Brenscheidt GmbH & Co. KG mit einem weiteren Bauteiltyp mit anspruchsvoller Geometrie: der Außen-Verzinnung von Rohren für Kühlanlagen. Hier gelingt es trotz der deutlich höheren Steifigkeit des Grundwerkstoffs, die Rohre als Endlosmaterial von einem Träger abzuhaspeln, zu beschichten und wieder aufzuwickeln, ohne die Eigenschaften des Grundwerkstoffs zu beeinträchtigen. Auch hier haben sich die langjährigen Erfahrungen und die hohe Innovationskraft des Unternehmens in besonderem Maße bewährt.

Produkte und Produktionseinrichtungen bei Otto Brenscheidt





Gut ausgebildetes Fachpersonal gewährleistet eine hohe Beschichtungsqualität

Geometrie als besondere Herausforderung

Die galvanische Beschichtung ist grundlegend davon abhängig, eine ausreichende Stromzufuhr zum Grundmaterial sowie insbesondere eine gleichmäßige Stromverteilung über die gesamte Außenfläche zu gewährleisten. Die Außenfläche des Grundkörpers steht in Kontakt mit dem metallliefernden, galvanischen Elektrolyten. Aus diesem wird die Metallschicht durch Reduktion von Metallionen gebildet, wobei die lokale Stromdichte eine der wichtigsten Größen zur Bildung der Metallschicht ist.

Die Stromdichte muss in einem bestimmten Bereich liegen, um die Herstellung einer glatten Schicht mit bekannter Dicke zu gewährleisten. Die Zuführung des Stroms von außen in den Draht muss über eine außerhalb des Elektrolyten befindliche Kontaktstelle erfolgen; zugleich ist eine nur geringfügig schwankende Stromdichte über die gesamte Länge des Drahts im Elektrolyten zu gewährleisten. Zudem sollte sich die zu beschichtende Oberfläche während

der Metallabscheidung vorteilhafterweise während des gesamten Prozesses der Schichtbildung im Elektrolyten befinden.

Aufgrund dieser – stark vereinfacht dargestellten – Verhältnisse sind spezielle Ausführungen der Abscheidebehälter und besondere Anpassungen der galvanischen Elektrolyte erforderlich. Die Beschichtung selbst erfordert eine Reihe von Arbeitsschritten, von der Vor- und Zwischenbehandlung bis hin zur Abscheidung und abschließenden Trocknung; dabei sind die Schritte bei Draht und Bändern weitgehend die selben. Galvanische Anlagen zur Beschichtung von Draht und Band weisen aus diesem Grund große Längen von 40 Meter bis zu 100 Meter auf. Die Behälter selbst können je nach Art der zu beschichtenden Grundkörper ebenfalls mehrere Meter Länge aufweisen, wobei die Volumina an Elektrolyten, Medien zur Vor- und Nachbehandlung oder Spülwässer mit wenigen hundert Litern gering sind.

Mit den verfügbaren Anlagen können Bänder bis zu einer Breite von 360 Millimeter und einer Dicke von 4,0 Millimeter mit Kupfer, Nickel oder Zinn beschichtet werden. Bei Silber liegt die maximale Breite bei 200 Millimeter. Die Dicke der Grundwerkstoffe ist von deren mechanischen Eigenschaften abhängig und wird fallweise festgelegt.

Schichten für besondere Anforderungen

Otto Brenscheidt fertigt heute insbesondere Beschichtungen für den Einsatz in der Elektrotechnik und Elektronik. Dafür werden vor allem Zinnschichten mit und



Die Beschichtungen besitzen eine sehr gute Haftung auf dem Grundwerkstoff und eine hohe Duktilität, wodurch die beschichteten Produkte sehr gut mechanisch verformbar sind

ohne Reflow-Schritt abgeschieden. Je nach Grundmaterial und Dicke der Schicht sind neben der Decklage aus Zinn Zwischenschichten erforderlich, um eine Diffusion zwischen Schicht und Grundwerkstoff zu unterbinden. Als Sperrschicht kommt in der Regel eine Nickelschicht von etwa 1 bis 2 Mikrometer in Betracht. In einigen Anwendungsfällen hat sich auch galvanisch abgeschiedenes Kupfer als Sperre bewährt. Insbesondere bei Zinnschichten kann durch die Aufbringung einer Sperrschicht die Bildung von Zinn-Whiskern unterbunden werden. Whisker können in elektronischen Schaltungen zur Entstehung von Kurzschlüssen führen.

Als weitere Kontaktschichten finden die galvanisch abgeschiedenen Metalle Gold und Silber Anwendung. Gold ist für den Einsatz im Niederspannungsbereich zur Gewährleistung einer hohen und langfristigen Kontaktierung erforderlich. Silber eignet sich aufgrund der guten Leitfähigkeit für Hochstromanwendungen und als Kontaktwerkstoff bei Lötverbindungen. Allerdings bildet sich bei längerem Kontakt mit Luft eine nichtleitende Deckschicht, die erst bei höheren Spannungen durchschlagen wird und deshalb für Niederspannungseinsätze eher ungeeignet ist.

Nickelschichten mit Dicken um 5 Mikrometer dienen in erster Linie als Oxidations- und Korrosionsschutz. Sie werden sowohl auf Kupferdrähten und -bändern als auch



Der Durchzug von Drahtmaterial durch die galvanische Anlage erfordert umfangreiche Einrichtungen für die Drahtführung und die Überwachung der Zugkräfte

auf Eisen- und Stahldrähten abgeschieden (sogenannte Heizleiter).

Gut aufgestellt in die Zukunft

Die Beschichtung von Bändern und Drähten ist zu einem großen Teil auf eine optimale Anlagentechnik und – durch die großen Längen solcher Anlagen – auf ausreichend Platz angewiesen. In beiden Punkten ist das Unternehmen Otto Brenscheidt in Sundern nach eigenem Bekunden bestens ausgestattet. Sowohl die hohe Motivation und die Treue der hochqualifizierten Mitarbeiter als auch die Mitarbeit der erfahrenen Familienmitglieder – das Unternehmen ist inzwischen in vierter Generation in Familienhand – tragen ganz erheblich zur guten Unternehmenssituation bei.

Das Streben nach stetiger interner Optimierung sowie die Erzielung einer hohen Qualität, die durch die Erfüllung der DIN EN ISO 9001:2000 dokumentiert ist, unterstreichen die Wertigkeit der gefertigten Beschichtungen.

Seit einigen Jahren wird die Zusammenarbeit mit einem französischen Partner sehr intensiv gepflegt. Daraus entstanden nicht nur der Zugang zu weiteren Märkten, sondern auch technologische Innovationen, die für beide Partner von Vorteil sind. So wird derzeit etwa die Hälfte des Umsatzes außerhalb Deutschlands erzielt, wozu die internationale Kooperation nicht unerheblich beigetragen hat.

➔ www.brenscheidt.com

VLM KlimaCORR® – Korrosionsprüftruhe bis -20 °C



Die VLM GmbH, Innovative Korrosionsprüftechnik, in Bielefeld, erweitert die KlimaCORR® FR Linie mit einer neuen Truhenkonstruktion für die Durchführung von Klima-Wechseltests im Bereich von -20 °C bis + 60 °C. Für extreme Leistungen im Bereich von -40 °C bis + 80 °C hat sich seit Jahren die KlimaCORR® Truhe CC 1000-TL FR 40/60 bewährt. Die Kälteleistung der neuen Truhe ist für den VDA 233-102 Test ausgelegt. Aufgrund der Werkstoffkombination von einem speziellen Polyethylen und Edelstahl ist der Temperaturbereich auf von -20 °C bis +60 °C begrenzt. Besonders hervorzuheben bei der Truhe ist die bisher nicht verfügbare Regelung von Feuchtklimaten im Bereich von Raumtemperatur bis etwa + 10 °C. Damit ist auch die in einigen Normen vorgegebene Equilibrierung des Prüfraums bei 23 °C oder 25 °C möglich.

Die Seitenwände der Truhe mit einem Prüfraumvolumen von 1000 L bestehen aus Polyethylen mit Einfräsungen für die Aufnahme des Probedepots. Der Prüfraum steht in einer Edelstahlrahmenkonstruktion und ist für eine Beladung bis 450 kg ausgelegt.

Bodenwanne, Wände und das Dach bestehen aus Edelstahl der mit dem chemisch hochbeständigem ECTFE (Ethylen-Chlortrifluorethylen) beschichtet ist, das sich im chemischen Apparatebau seit langem bestens bewährt hat. Die so im Gegensatz zu Prüfräumen aus Kunststoff erreichte hohe Wärmeleitfähigkeit bietet die entscheidende Voraussetzung für die Regelung von Temperatur und Feuchte in engen Toleranzen beziehungsweise das präzise Fahren von Temperatur-/Feuchterampen sowie schnelle Wechsel der Prüfkimate innerhalb der Normvorgaben.

Entsprechend der KlimaCORR® Technologie ist auch diese neu entwickelte Truhe mit der auf dem Betriebssystem Windows CE beruhenden Steuerung ausgestattet. Sie arbeitet mit einem in Probennähe positionierbaren Pt 100 als Führungssensor. Weitere Highlights der Prüftruhe ist beispielsweise die Luftmengenregelung in der Belüftungs- beziehungsweise Warmluftphase. Durch die Programmierung einer Rampe kann zum Beispiel die Warmluft, nachdem der Feuchte-Sollwert erreicht wurde und die Probenoberflächen trocken sind, reduziert werden, wodurch erhebliche Energie gespart wird. Eine ausführliche Produktbeschreibung der KlimaCORR® Truhe CC 1000-TL FR 20/60 steht unter www.vlm-labtec.com zum Download bereit.

VLM GmbH, Heideblümchenweg 50,
D-33689 Bielefeld

Bohncke

Galvano-Filter-Pumpen



Tauchpumpen (PP, PVDF, V4A)

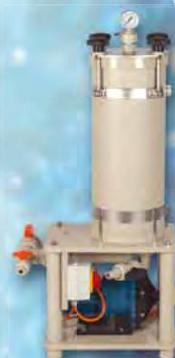


Magnetpumpen (PP, ETFE)



Pumpenwächter

Filtergeräte 500-60.000 l/h



Filteranlagen



Sonderanlagen

Permanent-Blendfrei-Nickel-Aggregat
Velours-Nickel-Aggregat



Zubehör

Vorfilter, Ventile,
Impfbienen, usw.

Filtermittel

Kerzen, Papier, Spaghetti, Watte,
Beutel, usw.



Bohncke GmbH

Telefon: +49 (61 26) 93 84 - 0
info@bohncke.de · www.bohncke.de

Klare Kante

Chemisch abgeschiedenes Nickel bringt kritische Bauteile perfekt in Form
 – Anwendungen bei der Pallas GmbH & Co. KG

Verschleiß und Korrosion zählen zu den größten Ausfallrisiken stark beanspruchter Bauteile in zahlreichen industriellen Schlüsselanwendungen. Um dadurch ausgelösten Stillständen, Reparaturen oder Neuanschaffungen vorzubeugen, erhalten kritische Komponenten vor ihrem ersten Einsatz eine technische Beschichtung, die sie widerstandsfähiger gegen Abrasion und Korrosion macht. Als etablierte, funktionelle Beschichtung gegen Verschleiß und Korrosion ist chemisch abgeschiedenes Nickel anderen galvanischen Verfahren deutlich überlegen. Die außenstromlos abgeschiedene Schicht erlaubt es, sogar sehr komplexe Geometrien, Innengewinde oder Passungen konturtreu und mikrometernau zu beschichten. Einsatz findet das Verfahren bei Bauteilen aus Stahl, Edelstahl, Buntmetall oder Aluminium. Als ausgewiesener Experte im Bereich anspruchsvoller Oberflächentechnik setzt die Pallas GmbH & Co. KG gerade auch im heiklen Bereich der chemischen Vernickelung von gedrehten oder gefrästen Bauteilen aus Aluminium immer wieder Maßstäbe.

Wo andere Verfahren nur bedingt einsetzbar sind, zeigt die chemische Vernickelung Format. Ob im Maschinen- und Anlagenbau, in der Medizintechnik, im Bergbau, in der Automobil-, Luft- und Raumfahrt-, Elektro- oder Lebensmittelindustrie: Exzellente Korrosionsbeständigkeit und tribologische Eigenschaften sowie mit Hartchrom fast

vergleichbare Härten kennzeichnen die erzeugten Schutzschichten. Ihre Konturtreue, Maßhaltigkeit, Duktilität und Porenfreiheit qualifizieren sie überdies für eine Vielzahl von Anwendungen, denn je komplizierter die Bauteilgeometrie, desto effizienter ist dieses Veredelungsverfahren. Bei dem chemischen, autokatalytischen Prozess scheiden sich in einem wässrigen Elektrolyten Nickelionen ab. Sie bauen überall dort, wo das Werkstück mit der Lösung in Berührung kommt, eine schützende Nickel-Phosphor-Legierung gleichmäßig auf.

Chemie für optimales Ergebnis

Anders als bei galvanisch aufgebauten Nickelschichten entsteht kein Faradayscher Käfig, wodurch auch alle Zwischen- und Hohlräume, die vom Elektrolyt umströmt werden, eine planparallele, mikrometernau einstellbare Schichtdicke an Nickel erhalten. Somit können auch geometrisch komplizierte Bauteile mit vielen Kanten, Spitzen, Gewinden, Passungen oder Sacklöchern ohne Nachbearbeitung präzise veredelt werden. Bei gefrästen oder gedrehten Teilen bedeutet das für Konstrukteure und Fertiger, dass sie die Konstruktionsmaße übernehmen und die Teile beispielsweise fünf Mikrometer kleiner als das vorgesehene Endmaß herstellen können. Pallas baut dann bei der Veredelung mit chemisch abgeschiedenem Nickel die Differenz zum Fertigmaß exakt auf. Durch eine



Trommelware: Kabelschuhe aus Kupfer für die Luft- und Raumfahrtindustrie erhalten eine chemisch Nickel-Legierung zum Schutz vor Korrosion



Kupfer-Bauteile auf dem Weg in die Bäderstraße zum chemischen Vernickeln

Wärmenachbehandlung (Tempern) wird eine Härte bis 1000 HV erreicht.

Wertvolle Dienste leistet dieses Verfahren deshalb auch bei nachträglichen Änderungen an fertigen Bauteilen, bei der Korrektur von zu kleinen Passungen oder zu großen Bohrlöchern sowie bei der Reparatur verschlissener Elemente. Die von Pallas eingesetzte Elektrolytchemie HP von Dr. Hesse erzeugt eine Nickelschicht mit zehn- bis zwölfprozentigem Phosphorgehalt. Dadurch ist sie chemisch sehr beständig und bietet bei Schichtdicken ab 25 Mikrometer hohen Korrosionsschutz. So widersteht sie selbst aggressivem Industrie- oder Seeklima viele Jahre zuverlässig. Zudem sind die chemisch-Nickel-Legierungen löt- und umformbar, anlaufbeständig, elektrisch leitfähig, nicht magnetisch und lebensmittelecht. Sie enthalten weder Blei noch Cadmium und bieten durch ihre erzielbare Härte eine nahezu gleichwertige Alternative zum in der Diskussion stehenden Hartchrom. Allerdings entfällt bei chemischer Vernickelung die bei Hartverchromung



Aus Aluminium gedrehte und gefräste Bauteile mit komplexer Geometrie und zahlreichen Passungen erhalten eine hochpräzise chemische Vernickelung für ihren Einsatz in medizinischen Diagnostikgeräten



erforderliche aufwändige Nachbearbeitung. Damit ist dieses Verfahren trotz der hohen Anschaffungskosten der Bäder auch deutlich günstiger als Verchromen.

Sensibles Verfahren präzise steuern

Entscheidend für die Qualität der Veredelung mit Nickel ist die perfekte Beherrschung der aufwändigen Elektrolytführung und des insgesamt sehr sensiblen Verfahrens. Dazu zählt die anwendungsspezifische Vorbehandlung mit einem mehrstufigen Reinigungsprozess, die wesentlichen Einfluss auf Haftfestigkeit und Optik der Schicht hat. Fett- und Oxidschichten gilt es ebenso sorgfältig zu entfernen wie andere Verunreinigungen. Dabei durchlaufen die Bauteile bei Pallas zwischen der alkalischen und elektrolytischen Entfettung sowie dem sauren Beizen immer wieder intensive Spülgänge. Anschließend werden in dem 1,5 Meter langen, 0,80 Meter breiten und 0,90 Meter hohen Behälter mit dem chemisch abscheidenden Nিকেlelektrolyt Komponenten mit Bauteilgrößen von wenigen Gramm bis zu 500 Kilogramm beschichtet.



Bei Hydraulikzylindern mit bis zu 100 Millimetern tiefen Bohrlöchern und vielen Passungen ist chemisch Nickel das Verfahren der Wahl



Stopfen verschließen Bohrungen, die nicht chemisch vernickelt werden sollen (li.); als Gestellware bewegen sich die Hydraulikzylinder per Kran durch die Bäderstraße (Mitte); die 800 mm großen Hydraulikzylinder gehen zum Vernickeln auf Tauchstation in das mit Druckluft zum Sprudeln gebrachte Bad (re.)

STARKE OBERFLÄCHEN

WENN ES UM MASSGESCHNEIDERTE OBERFLÄCHEN FÜR HÄRTESTE EINSATZBEDINGUNGEN GEHT, IST RUHL&CO SYSTEMPARTNER DER AUTOMOBIL- UND ZULIEFERINDUSTRIE. 58 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 · Gleitmittelbeschichtung · Versiegelung

RUHL&CO

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

SOFTeC

ERP-Software für Oberflächenveredler

Aus der Branche. Für die Branche. Zugeschnitten auf Ihre Anforderungen. Bewährt bei 170 Lohnveredlern.

www.softec.de

Chemisch Nickel für kritische Bauteile



Auf der wellenförmigen Oberfläche von Transportrollen zeigt chemisch Nickel seine Stärken in Konturtreue und Maßhaltigkeit



Format zeigt chemisch Nickel bei Komponenten mit zahlreichen Zwischenwänden, innenliegenden Bohrungen, Passungen und Gewinden



Insbesondere zur technischen Beschichtung von Bauteilen mit vielen Ecken und Kanten ist chemisch Nickel unverzichtbar

Damit immer die gleiche Konzentration an Nickelionen die Werkstücke umspült, durchwält ein Rührwerk permanent die Lösung. Das an den Werkstückoberflächen abgeschiedene Nickel wird kontinuierlich ergänzt. Mit kontinuierlich am Tag durchgeführten Analysen des Nickel- und Hypophosphitgehalts und entsprechender Nachdosierungen gewährleistet Pallas die konstante chemische Zusammensetzung der Lösung. Zehnmal pro Stunde wird das Bad überdies komplett über Filter gereinigt. Nach sechs bis acht Wochen Standzeit ist der Elektrolyt verbraucht und wird in der unternehmenseigenen Abwasserbehandlungsanlage zur Entsorgung umweltgerecht aufbereitet. Über die Dauer der Beschichtung steuert Pallas – bei unverändertem pH-Wert und konstanter Temperatur von 90 °C – die Herstellung von Schichtdicken zwischen zwei Mikrometern und bis 80 Mikrometern. Pro Stunde werden bei dem Verfahren etwa zehn Mikrometer der Legierungsschicht aufgebaut. Die Trocknung nach dem letzten Spülgang erfolgt wiederum per Druckluft, da die Werkstücke immer noch bis zu 50 °C heiß sind.

Durch eine nachgeschaltete Wärmebehandlung kann eine hartchromähnliche Härte von bis zu 1000 HV erzielt werden, welche die Verschleißfestigkeit der Beschichtung – etwa für Passungen von Wellen oder für Bauteile, die einer starken Reibung ausgesetzt sind – optimiert.

Komplexe Geometrien planparallel veredeln

Bei Pallas werden beispielsweise aus Stahl gedrehte Hydraulikzylinder mit einem Durchmesser von 800 Millimetern und

einem Stückgewicht von 80 Kilogramm im Elektrolyten chemisch vernickelt. Durchgehende Passungen und bis zu 100 Millimeter tiefe Bohrlöcher im Mittelkranz, die innen beschichtet werden sollen, geben hier den Ausschlag für die Wahl dieses Verfahrens. Beim galvanischen Vernickeln müssten für die Innenbeschichtungen der Bohrungen und Passungen jeweils einzelne Anoden gelegt werden. Auch Hartverchromen scheidet hier aus, da für die zahlreichen Bohrlöcher und Passungen zunächst Hilfsanoden gebaut werden müssten, damit sich die Schicht innen aufbaut. Außerdem müsste die Chromschicht im Gegensatz zur chemisch Nickel-Legierung über das erforderliche Maß hinaus aufgebaut und anschließend in jeder Bohrung wieder



Nach der Qualitätsprüfung werden die beschichteten Bauteile sorgfältig verpackt und ausgeliefert

auf Maß zurückgeschliffen werden – beim Innenschleifen ein überaus aufwändiger Prozess.

Einzelne Bereiche der Zylinder, die nicht vernickelt werden sollen, werden mit geeigneten Mitteln maskiert oder abgedeckt und damit vor der Nickellegierung geschützt. Zum chemischen Vernickeln werden die Zylinder an Gestellen aufgehängt und per Kran durch die Beschichtungslinie bewegt. Das Zusammenspiel von Komponentengröße und präziser Schichtdicke erfordert hier hohe Genauigkeit.

Aber auch bei kleinen Komponenten ist die Expertise von Pallas gefragt. So etwa bei einer Kleinserie von aus Aluminium gedrehten und gefrästen Bauteilen mit komplexer Geometrie, die für medizinische Diagnostikgeräte bestimmt sind. Zahlreiche Zwischenwände, innenliegende Bohrungen, Gewinde und Passungen prädestinieren diese Bauteile für die chemische Vernickelung. Ebenso wie zum Beispiel Kabelschuhe aus Kupfer für die Luft- und Raumfahrtindustrie, die als Trommelware eine chemisch abgeschiedene Nickelschicht zum Schutz vor Korrosion erhalten.

Insbesondere für Bauteile mit vielen Ecken und Kanten oder Bohrungen, die als Prototyp oder in Kleinserie veredelt werden sollen, ist chemisch abgeschiedenes Nickel das Verfahren der Wahl und Pallas der Partner, der die hohe Kunst der individuell optimierten Oberfläche virtuos beherrscht.

Pallas GmbH & Co. KG
Adenauerstraße 17, D-52146 Würselen

➔ www.pallaskg.de

Schaulaufen der Oberflächentechnik

Teil 2

Bericht von den ZVO-Oberflächentagen 2015 in Berlin

Einer der Höhepunkte des Verbandsjahres von ZVO und DGO sind die ZVO-Oberflächentage mit der Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Oberflächentechnik e. V. und der Fachtagung mit begleitender Ausstellung des Zentralverband Oberflächentechnik e. V. An den drei Tagen von 23. bis 25. September wurden 65 Fachvorträge sowie im Rahmen des Nachwuchsprogramms eine Exkursion zur Diehl Metal Applikation GmbH, die sich mit der Beschichtung von Bändern und Stanzteilen befasst, angeboten. Im Bereich der Anlagentechnik wurde unter anderem die Stromversorgung als Ansatzpunkt zur Optimierung des Energieverbrauchs betrachtet. Die Analysetechnik bietet Spielraum zur Verbesserung der Prozesse in der Oberflächentechnik, wobei die große Zahl an möglichen Einflussfaktoren und die dafür notwendige Messtechnik auch in Zukunft eine große Herausforderung sein werden. Dabei tragen die Untersuchungen zur Aufklärung der ablaufenden Teilprozesse der Beschichtung nicht nur zur Überwachung bei, sondern helfen auch beim Einsatz für neue Anwendungen, zum Beispiel für Brennstoffzellen oder in der Informationsverarbeitung.

Fortsetzung aus WOMag 10/2015

Energieeffizienz und Anlagentechnik

Elektronische Gleichrichter

Mehr als 30 % der Energiekosten entfallen in Galvanikbetrieben auf die Stromversorgung der Abscheideprozesse, wie Joachim Knop eingangs seines Vortrages betonte. Diese Tatsache macht es sinnvoll, über die Einsparmöglichkeiten durch eine Änderung der bisher üblichen Einrichtungen nachzudenken. Ein Ansatz ist die Reduzierung der Leitungswege zwischen Gleichrichter und

Abscheideposition, also die Platzierung der Gleichrichter direkt am Abscheidebehälter. Dazu erläuterte Knop zunächst die Unterschiede zwischen den gebräuchlichen Gleichrichtervarianten Schaltnetzteil- und Thyristertechnik, wobei er die Größen Blindleistung, Scheinleistung und Wirkleistungen und deren Beeinflussung betrachtete. Im Weiteren informierte er über weitere relevante Parameter, die für die Wahl des Gleichrichters und der erforderlichen Zuleitungen eine Rolle spielen. Für daraus

gezogene Schlüsse gab er ein Rechenbeispiel und nannte Anordnungsmöglichkeiten für Gleichrichter aus der Praxis.

Optimale Anoden für die Abscheidung

Thomas Ebert zeigte in seinem Vortrag über die optimale Konstruktion und Dimensionierung formstabiler Anoden einen weiteren Ansatzpunkt zur Energieeinsparung beim Einsatz von unlöslichen Anoden. Solche Anodentypen sind insbesondere beim Einsatz von Edelmetall- oder Chromelek-

Maßgeschneiderte Galvanik-Gleichrichtergeräte für Ihre Anwendungen

Es gibt nicht DEN Gleichrichter, aber es gibt DIE Lösung: ob als Schaltnetzteil-, Thyristor- oder Stelltransformator-Gleichrichtergerät.



Luft

Kühlart

Die Universellen



Öl

Kühlart

Die Robusten

Stelltransformator
öl-/wassergekühlt

Stelltransformator/
Thyristor



Wasser

Kühlart

Die Leistungsstarken



trolyten üblich. Verwendet werden hier in zunehmendem Maße platierte Titan- und Niobanoden oder solche mit einer Beschichtung aus Mischmetalloxiden oder technischen Diamanten. Dabei zeigen die Anoden mit Mischoxid den geringsten Wert für die Sauerstoffüberspannung; Niob als Grundmaterial zeigt die höchste Korrosionsbeständigkeit in Säuren sowie in halogenhaltigen Elektrolyten.

Um einen guten Gastransport vor der Elektrode zu gewährleisten und eine hohe effektive Elektrodenoberfläche zu erzielen, haben sich Streckmetallgitter bewährt. Sie erlauben zudem eine relativ einfache Anpassung der Anodengeometrie, sofern ein Elektrolytbehälter von der üblichen rechteckigen Form abweicht. Durch eine angepasste Auswahl der Streckgitterformen, -anordnung oder der anzubringenden Kontaktfahnen lässt sich die Stromverteilung über größere Anoden merklich optimieren und in der Regel die erforderliche Arbeitsspannung bei der galvanischen Abscheidung reduzieren. An Beispielen zeigte Ebert die Auswirkung von nachteiligen Ausführungen. Abschließend machte er an Kostenvergleichen deutlich, dass platierte Anoden bereits ab einer Einsatzdauer von zwei Jahren gegenüber bisher üblichen Bleianoden in Chromelektrolyten Kostenvorteile bringen.

Verdampfertechnologien

Einen weiteren Bereich der nasschemischen Oberflächentechnik, der Potenzial zur Einsparung von Energie und Material bietet, stellte Dennis Kuhfuß mit der Abwasserbehandlung vor. Insbesondere durch die Bemühungen zur Vermeidung von Umweltverschmutzung werden entstehende Abwässer so aufgearbeitet, dass nur geringe Mengen an Abfällen anfallen und das Wasser nach der Reinigung wieder in den Prozess zurückgeführt werden kann.

Die Verdampfertechnologie ist eine interessante Möglichkeit zum Aufbau eines Kreislaufs für Wasser bei geringen Abfallmengen. Zur Auswahl stehen zwei grundsätzliche Technologien: die Kreislaufführung im Verdampfer unter Ausnutzung der thermischen Gegebenheiten oder mit eingebauter Pumpe als Zwangsumlauf. Der Naturumlauf überzeugt durch geringen Energieverbrauch und hoher Leistungsreserve, während der Zwangsumlauf bei stark schäumenden und höher viskosen Abwässern Vorteile bringt. Generell wird der Frischwasserverbrauch durch Verdampfer

um bis zu 95 % gesenkt und die Kosten für die Abwasserbeseitigung werden deutlich vermindert. Interessant ist insbesondere auch die Senkung des Chemikalienverbrauchs von bis zu 90 % für die sonst übliche Abwasserbehandlung. Durch den hohen Automatisierungsgrad von Verdampferanlagen kann eine ausgezeichnete Prozesssicherheit erzielt werden, die sowohl Lohnkosten im Unternehmen einspart als auch Vorteile gegenüber den Überwachungsbehörden im Bereich des Umweltschutzes zur Folge hat.

Elektronische Gleichrichter

Heinrich-W. Kämper befasste sich mit den Eigenschaften von elektronischen Gleichrichtern, die sich einer zunehmenden Beliebtheit in der galvanotechnischen Praxis erfreuen. Die elektronischen Gleichrichter lassen sich in die beiden Arten des Thyristor- und des Schaltnetzteiltyps unterteilen. Als einer der wichtigsten Vergleichswerte kann der Wirkungsgrad der Geräte dienen, der für einen luftgekühlten Thyristorgleichrichter und ein wassergekühltes Schaltnetzteil (15 V / 2000 A) bei etwa 87 % liegt und Verluste von etwa 4,2 kW bis 4,4 kW aufweist. Weitere interessante Kenngrößen sind die auftretenden Netzverzerrungen, auf die Kämper näher einging. Seinen Ausführungen zufolge können diese zur Überlastung von Transformatoren und Kabeln, zu Fehlauflösungen von Leistungsschaltern, Überbeanspruchung von Kondensatoren oder zur Überhitzung von Motoren führen.

Dem potenziellen Nutzer wird empfohlen, einen Vergleich zwischen den Kühlungsarten, der Anfälligkeit der oftmals rauen Umgebung oder der Reparaturfreundlichkeit zu ziehen. Solche Eigenschaften können Kostenvorteile bei der Anschaffung von Geräten schnell ins Gegenteil verkehren. Dadurch wird auch klar, dass eine generelle Bevorzugung der einen oder anderen Geräteart nicht möglich und sinnvoll ist.

Trocknung von Schüttgut

Die Beschichtung von Schüttgut zählt zu den effektivsten galvanischen Beschichtungsverfahren. Dabei sind insbesondere die Umspülung der Teile in den üblichen Trommeln als auch die vollständige und fleckenfreie Trocknung am Ende des Prozesses sehr anspruchsvolle Verfahren. Reinhold Specht stellte mit der Kondensationstrocknung eine Technologie vor, die diese Anforderungen in höchstem Maße erfüllen kann. Für die Trocknung wird stark

entfeuchtete Luft eingesetzt, wodurch einerseits mit relativ niederen Temperaturen getrocknet wird und gleichzeitig eine sehr effiziente Abführung des auf den Teilen vorhandenen Wassers möglich wird.

Für die Trocknung in Trommeln ist insbesondere die Führung der Luftströmung durch die unterschiedlich dicht liegenden Teile eine Herausforderung. Ein weiteres Erschwernis ist der Wechsel unterschiedlicher Teile, wie sie in der Lohnbeschichtung anfallen. An unterschiedlichen Beispielen zeigte Specht die technologischen Möglichkeiten, um unterschiedliche Füllmengen in Anlagen verschiedener Größe zu trocknen. Dabei kann in der Regel davon ausgegangen werden, den Trocknungsprozess innerhalb eines Zeitraums von etwa sechs bis zehn Minuten und bei Temperaturen unterhalb von 70 °C ausführen zu können.

Darüber hinaus stehen heute auch Anlagen für den Einsatz von Vibratoren zur Verfügung, die beispielsweise für Kleinstteile in der Elektronik oder im Schmuckbereich zum Einsatz kommen.

Stromsymmetrieüberwachung

Helmut Stiegler befasste sich mit der Stromverteilung zwischen Gleichrichtern und den einzelnen Elektroden in einem galvanischen Abscheidesystem. Hintergrund ist die übliche Verteilung des Stroms auf eine Kathode (der Warenträger mit den zu beschichtenden Teilen) und mindestens zwei Anoden links und rechts des Warenträgers. Aufgrund von schwankenden Übergangswiderständen an den Anoden kann es zu deutlich unterschiedlichen Strombelastungen der einzelnen Anoden kommen. In der Folge sind nicht nur ungleichmäßige Beschichtungen, sondern auch Erhitzungen der Kontaktstellen bis hin zum Entstehen von Bränden zu erwarten.

Lesen Sie weiter unter womag-online.de

WOMag-online-Abonnenten steht der gesamte Beitrag zum Download zur Verfügung. Weitere Themenbereiche des Berichts über die Tagung sind:

- Messen, Prüfen, Analysieren
- Zukunftstechnologien
- Korrosionsschutzbeschichtungen

Der Gesamtumfang des Beitrags beträgt etwa 5 Seiten.

Wissenswertes und Aktuelles aus dem ZVO-Ressort REACH

Schrauben & Co – Verbindungselemente und die REACH-Verordnung



Von Dr. Saša P. Jacob, ZVO/DGO, Hilden,
Ralf Krumbiegel – Leiter Produktmanagement bei F. Reyher Nchfg.
GmbH & Co. KG und Mitglied im Technischen Ausschuss des Fachverbandes des Schrauben-Großhandels e. V. (FDS), Hamburg, und Klaus-Dieter Schmidt – Geschäftsführer F. Reyher Nchfg. GmbH & Co. KG und Vorsitzender des Technischen Ausschusses des Fachverbandes des Schrauben-Großhandels e. V. (FDS), Hamburg

Auch wenn Abnehmerindustrien nicht direkt von einem Verwendungsverbot oder anderen Regulierungsbestrebungen der REACH-Verordnung betroffen sind, so sind sie es indirekt über die Lieferkette. Und damit ist die Verbindung mit der Galvano- und Oberflächentechnik ganz schnell hergestellt.

Zu diesen Abnehmerindustrien gehören auch die Großhändler von Verbindungselementen, die häufig im Kundenauftrag eine nachträgliche Oberflächenveredelung für ihre Produkte benötigen. Daher ist die enge Zusammenarbeit des ZVO mit dem Fachverband des Schrauben-Großhandels e. V. (FDS) nur folgerichtig. Im ZVO Ressort REACH sind engagierte Vertreter des FDS und leisten wertvolle Beiträge, um die Belange der Branche zu unterstützen.

Schnittpunkt mit der Galvanotechnik ist dabei unter anderem die Verwendung von zulassungspflichtigem und chrom(VI)haltigem Chromtrioxid zur Erzeugung von korrosionsschützenden Konversionsschichten, den sogenannten Chromatierungen.

Die neue europäische Chemikalienverordnung REACH ist am 1. Juni 2007 in Kraft getreten. REACH steht für *Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals* also der Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung von Chemikalien. Diese Verordnung unterscheidet dabei in ihren Begriffen weiterhin in *Stoffe, Zubereitungen* und *Erzeugnisse*. Verbindungselemente fallen unter die Begrifflichkeit *Erzeugnisse*. Sie sind also ein Gegenstand, der bei der Herstellung eine spezifische Form, Oberfläche oder Gestalt

erhält, die in größerem Maße als die chemische Zusammensetzung seine Funktion bestimmt.

Erzeugnisse sind immer dann registrierungspflichtig, wenn sie Chemikalien enthalten, die bei bestimmungsgemäßem Gebrauch freigesetzt werden sollen. Dies ist bei Verbindungselementen in der Regel nicht der Fall.

Neben der REACH-Verordnung müssen im Bereich Verbindungselemente weitere Branchenregelungen, wie zum Beispiel die ELV-Richtlinie (Altfahrzeuge) 2000/53/EG und die RoHS-Richtlinie (Elektro- und Elektronikgeräte) 2011/65/EU beachtet werden. Alle diese Regelungen haben unter anderem chrom(VI)haltige Verbindungen auf Basis des Chromtrioxids im Fokus, welche sich in Korrosionsschutzüberzügen, wie zum Beispiel in gelb-, schwarz-, und oliv-chromatierten Überzügen befinden.

Einfluss von Chromatierungen auf den Korrosionsschutz

Die Chromatierungsschichten, welche auf galvanischen Zinküberzügen zusätzlich aufgebracht wurden und auch noch teilweise werden, enthalten Chrom(VI)verbindungen in unterschiedlicher Konzentration. Die Chrom(VI)verbindung steigert dabei die Korrosionsbeständigkeit des galvanischen Überzugs nochmals deutlich. So können gelb chromatierte Zinküberzüge auch im Außenbereich noch vergleichsweise gute Ergebnisse bei moderaten Kosten erzielen. Durch die Aufnahme von Chromtrioxid in den Anhang XIV der REACH-Verordnung (Verzeichnis der zulassungspflichtigen Stoffe)

fe) wird die Verwendung dieses Stoffes in Galvanikbetrieben ab dem 21. September 2017 zulassungspflichtig werden. Da Chromtrioxid für die Herstellung der Konversionsschichten benötigt wird, besteht eine hohe Unsicherheit darüber, ob die Herstellung von gelb-, schwarz-, und oliv-chromatierten Zinküberzügen in Europa ab diesem Datum noch möglich sein wird. Falls doch, muss geprüft werden, inwiefern die Bedingungen noch ausreichend gut sein werden, damit sich die Anwendung in der EU überhaupt noch lohnt.

Die Herausforderung, die durch die Chemikalienregulierungen erzeugt wird, besteht somit in der Substitution dieser Chromatierungen, die noch bis heute in etlichen Industriezweigen Verwendung finden, welche durch die bisherigen Richtlinien nicht betroffen waren. (Im Bereich der Automobilherstellung sind die Chromatierungen seit längerem nicht mehr zugelassen!)

Kriterien für Ersatzverfahren

Die Vergangenheit hat gezeigt, dass es keinen generellen (einfachen) Ersatz für die chrom(VI)haltigen Konversionsschichten gibt, sondern verschiedene Alternativen für den Anwender in Betracht kommen. So nutzen viele Anwender die aktuelle Situation, um die Anforderungen an die Oberflächenbeschichtung neu zu definieren. Qualitätskriterien sind hierbei unter anderem Korrosionsbeständigkeit, Montageerleichterung durch gezielt eingestellte Reibwerte, Vermeidung des Risikos der Wasserstoffversprödung, Gewinde-Lehrenhaltigkeit und elektrische Leitfähigkeit.

Tab. 1: Etablierte Beschichtungen und Anforderungen für Schrauben

Systeme	Cr(VI)-frei	Beständigkeit nach ISO 9227 NSS (h) Richtwerte für Schichtdicken $\geq 5 \mu\text{m}$ Weißrost/Rotrost	Definierter Reibwert ISO 16047
galZn – transparent / blau	Ja	$\geq 12 / 36$	Nein
galZn – gelb	Nein	$\geq 48 / 72$	Nein
galZn DISP	Ja	$\geq 72 / 120$	Nein
galZn DISP – mit TopCoat	Ja	$\geq 96 / 168$	Ja*
galZnNi	Ja	$\geq 144 / 480$	Nein
galZnNi – mit TopCoat	Ja	$\geq 144 / 480$	Ja*
Zinklamellenbeschichtung mit TopCoat	Ja	≥ 480	Ja*
Zinklamellenbeschichtung mit TopCoat	Ja	≥ 480	Ja**

* handelsübliche Reibwertfenster (z. B. $\mu = 0,09-0,14$) für prozessfähige Montageanforderungen

** Zinklamellenbeschichtung mit integriertem Schmiermittel; übliches Reibwertfenster $\mu = 0,12-0,18$

TopCoat = spezifische Versiegelung oder organische Gleitbeschichtung galZn = galvanisch verzinkt

galZnNi = galvanisch Beschichten mit einer Zink-Nickel-Legierung DISP = Dickschichtpassivierung

Die Herausforderung speziell für Handelsunternehmen der Schraubenbranche ist es, eine Vielzahl von Beschichtungen auf den unterschiedlichsten Verbindungselementen mit einer großen Anzahl von Abmessungen am Lager vorzuhalten. Da dies häufig weder wirtschaftlich abbildbar, noch ausreichend Platz verfügbar ist, wird kundenindividuell beschafft, mit Mindestmengen und vergleichsweise hohen Kosten. Das Ziel muss es sein, einen Standard zu etablieren, der sowohl die Masse an Kundenanforderungen abdeckt und zugleich einen wirtschaftlich vernünftigen Rahmen bildet.

Der Fachverband des Schraubengroßhandels (FDS) hat deshalb eine Übersicht (Tab. 1) über etablierte Beschichtungen erstellt, die den verschiedenen Anforderungen unterschiedlich gerecht werden können. Sie soll dem Anwender und den beratenden Handelsunternehmen als Unterstützung dienen, marktgerechte Verbindungselemente in den Endprodukten einzusetzen, um den entsprechenden Nutzen in Bezug auf Kosten und Verfügbarkeit zu erhalten.

Galvano- und oberflächentechnische Branche leistet Unterstützung

Die vielfältigen Anforderungen an die Oberfläche bei Verbindungselementen ist ein Beispiel dafür, dass die von der REACH-Verordnung geforderte Substitution nicht so leicht zu bewerkstelligen ist.

Es gibt bereits Systeme, welche vielfach für einige Anwendungen einen hinreichend guten Ersatz für die Chromatierungen

darstellen. Dies sind beispielsweise die auf Chrom(III)verbindungen beruhenden Passivierungen.

Zusammen mit den Herstellern und Händlern von Verbindungselementen werden Lösungen der galvano- und oberflächentechnischen Branche für diese spezifischen Anforderungen gefunden. So wird auch in Zukunft die geforderte und benötigte Qualität geliefert werden können.

Aufruf zur Mitarbeit in den ZVO-Ressorts

Die Galvano- und Oberflächentechnik ist direkt oder indirekt immer im Fokus von Regulierungsbestrebungen der Behörden. Der ZVO als Branchenvertreter kann nur dann für die Branche eintreten, wenn genügend Rückhalt und Engagement der Mitgliedschaft besteht. In hohem Maße sind dabei die Anwender von Verfahren gefragt, da nur diese zum einen ihre Anforderungen formulieren und andererseits gegenüber Behörden glaubhaft als Betroffene vertreten können. Nur durch das verstärkte Einbringen von Anwendern, ist eine weitere fokussierte und zielgerichtete Interessensvertretung möglich.

Daher liegt die Mitgestaltung der Ressorttätigkeiten im unmittelbaren unternehmerischen Interesse. Der ZVO und das Ressort REACH freuen sich auf Ihre Eingaben und Ihre Mitarbeit.



INSERENTENVERZEICHNIS

AHC Oberflächentechnik	23	Walter Lemmen GmbH	15	Sager+Mack GmbH	1
Airtec Mueku GmbH	17	Munk GmbH	35	SFChina	39
Bohncke GmbH	31	Nowak / KMU Loft	25	Softec AG	33
Otto Dilg	5	Orben Wasseraufbereitung	19	Umicore Galvanotechnik GmbH	21
Dymax	U2	Oxford Instruments	13	Winter Metalle	27
ELB Zerrer	U4	Poeton Industries Ltd.	9	Wocklum Gruppe	11
FST Drytec	13	Rero AG	U3	ZVO e.V.	Beilage
Hannover Messe	40	Ruhl & Co. GmbH	33		

Markus Hauber erweitert Vertriebsteam bei Sager + Mack

Firma Sager + Mack GmbH wächst, nicht nur was das Lieferprogramm betrifft, sondern auch organisatorisch. Um die Kunden noch besser und persönlich beim Kunde vor Ort zu unterstützen, wird seit Oktober 2015 das Vertriebsteam bei Sager + Mack durch Markus Hauber im Außendienst unterstützt. Sein Schwerpunkt ist die Beratung und Unterstützung rund um das Thema Pumpen, Filter und Verbrauchsmaterialien im Raum Süddeutschland.



Markus Hauber ist unter der Mobilnummer 0151- 649 61976 oder per e-mail unter markus.hauber@sager-mack.com zu erreichen.

➤ www.sager-mack.com

IFO unterstützt Qualisino Meeting

Vom 27 bis 28. Oktober fand in China das 6. Qualisino Meeting in Zusammenarbeit mit dem IFO Institut für Oberflächentechnik GmbH statt. Qualisino ist der Generallizenznehmer der internationalen Qualitätszeichen Qualicoat (Pulverbeschichtung von Aluminium im Architekturbereich) und Qualanod (Anodisieren) in China. Mehr als 150 Personen nahmen an dem zweitägigen Workshop, der in Foshan, dem Zentrum der aluminiumverarbeitenden Industrie in Süchina stattfand, teil.

Riccardo Boi, technischer Direktor von Qualicoat und Michael Müller, Geschäftsführer des IFO Institut für Oberflächentechnik GmbH, berichteten über die aktuellen technischen Entwicklungen bei den Qualitätszeichen. Weitere Fachvorträge zum Thema Pulverbeschichten und Anodisieren rundeten die Veranstaltung ab. Besonderes Interesse galt auch in China dem Thema der chromfreien Vorbehandlungen. Laut Aussage von Frau Li, Geschäftsführerin von

Qualisino, arbeiten bereits 45 % der Qualicoat lizenzierten Unternehmen in China mit alternativen Vorbehandlungssystemen.

➤ www.ifo-gmbh.de

Ausbildungskooperation

Am 28. September wurde eine Ausbildungskooperation zwischen der Rieger Metallveredlung GmbH & Co. KG und der TE Connectivity Germany GmbH vereinbart. Ziel ist es den Auszubildenden eine breitgefächerte Ausbildung zu ermöglichen.

Zu diesem Anlass trafen sich die zwei Ausbildungspartner zum Abschluss der Vereinbarung der Ausbildungskooperation in Dinkelsbühl. Dort hat die TE Connectivity ihren Sitz. Zu diesem Treffen waren der Geschäftsführer Franz Rieger und die Personalverantwortliche und Prokuristin Beate Dimter, Rieger Metallveredlung, angereist. Die Ausbildungskooperation hat das Ziel, den Auszubildenden einen größeren Horizont zu ermöglichen, da beide Galvanikunternehmen auf ihrem Gebiet sich ergänzende Experten sind.



Die Rieger Metallveredlung hat die Aufgabe, in einem Zeitraum von vier bis sechs Wochen Azubis der TE Connectivity in die vorgelagerte Bearbeitung von Werkstücken durch Schleif- und Polierarbeiten, sowie der konventionellen Gestell- und Trommelgalvanik zu unterweisen. Da diese Tätigkeit bei TE Connectivity nicht vorhanden ist. Im Gegenzug hat die TE Connectivity die Aufgabe, Azubis der Rieger Metallveredlung, einen besseren Einblick in die Bad- und der Abwasseranalytik zu gewähren. Hinzu kommt der Umgang mit Edelmetallen in einer Bandgalvanik wie zum Beispiel Silber, welche bei der Rieger Metallveredlung noch nicht eingesetzt werden. Dieser Austausch wird parallel stattfinden und sich auch auf den Zeitraum von vier bis sechs Wochen beschränken.

➤ www.rieger-mv.de

UFI
Approved
Event

CHINA 2016
SF-EXPO

Chongqing (China) International Surface Finishing, Electroplating and Coating Exhibition

May 26–28 Chongqing · China



Explore the big market in West China, Lead the surface finishing trend in 2016

Organizers

- China Electroplating Association
- China Surface Engineering Association Painting of Branch
- Chongqing Surface Engineering Association
- Chongqing Surface Engineering Technology Society
- Chongqing Painting Industry Association
- Wise Exhibition (Guangdong) Co.,Ltd.

Joint Organizers

- Sichuan Province Surface Engineering Industry Association
- Guizhou Province Equipment Manufacturing Association Surface Engineering Branch
- Gulyang Surface Engineering Industry Association
- Guangxi Province Surface Engineering Industry Association



Contact

wise 智展 ufi
Member

Wise Exhibition (Guangdong) Co.,Ltd.

TEL: +86-20-29193506/97

E-mail: wise.expo@hotmail.com

sfexpo@hotmail.com



Scan for details

www.sf-expo.cn/cq/en/

Normen

Härte – Verschleißfestigkeit

DIN 55656:2014-12 / Beschichtungsstoffe - Kratzprüfung mit einem Härteprüfstab / Paints and varnishes - Scratch test using a hardness pen

Dokumentart: Norm, Ausgabedatum: 2014-12, Sprachen: Deutsch; Einführungsbeitrag: Die Norm legt ein Verfahren zum Bestimmen des Widerstandes einer Beschichtung gegen die Kratzbeanspruchung durch einen handgeführten, belasteten Stichel fest. Die Prüfung kann durchgeführt werden mit einem Kugelstichel (Verfahren A) oder einem Scheibenstichel (Verfahren B). Beide Verfahren sind allgemein anwendbar und können im Feld sowie an gekrümmten Oberflächen eingesetzt werden. Das Verfahren A ist auch auf kleinen Proben (mind. 30 mm x 50 mm) anwendbar. Die Prüfung kann als „Ja/Nein“-Prüfung (Prüfvorgabe I) oder als Einstufungsprüfung (Prüfvorgabe II) durchgeführt werden. Für diese Norm ist das DIN-Gremium NA 002-00-07-14 AK „Haftfestigkeit und Härte“ zuständig.

DIN EN 13523-4:2014-10 / Bandbeschichtete Metalle - Prüfverfahren - Teil 4: Bleistifthärte; Deutsche Fassung EN 13523-4:2014 / Coil coated metals - Test methods - Part 4: Pencil hardness; German version EN 13523-4:2014

Dokumentart: Norm, Ausgabedatum: 2014-10, Ersatz für: DIN EN 13523-4:2001-12, Sprachen: Deutsch; Einführungsbeitrag: Dieser Teil von EN 13523 legt das Verfahren zum Bestimmen der

relativen Härte einer organischen Beschichtung auf einem metallischen Substrat mit Hilfe von Bleistiften bekannter Härte fest. Auf glatten Oberflächen werden genauere Ergebnisse erhalten, aber das Verfahren ist auch bei strukturierten Oberflächen anwendbar. Je ausgeprägter die Struktur ist, desto größer ist die Unsicherheit der Ergebnisse. Für diese Norm ist das Gremium NA 002-00-07 AA „Allgemeine Prüfverfahren für Beschichtungsstoffe und Beschichtungen“ bei DIN zuständig. Änderungsvermerk: Gegenüber DIN EN 13523-4:2001-12 wurden folgende Änderungen vorgenommen: a) die Definition für Bleistifthärte wurde überarbeitet; b) in der Auswertung wurde die Beschreibung, dass die Beschichtung entfernt wurde, dahingehend geändert, dass die Beschichtung eingeritzt wurde; c) eine Angabe zur Vorkonditionierung der Proben wurde aufgenommen; d) bezüglich der Aussagefähigkeit der Härteprüfung durch Testen mit Bleistiften wurde eine Verweisung auf EN ISO 15184 aufgenommen.

DIN EN ISO 20566:2013-06 / Beschichtungsstoffe - Prüfung der Kratzbeständigkeit von Beschichtungen mit einer Labor-Automobilwaschanlage (ISO 20566:2013); Deutsche Fassung EN ISO 20566:2013 / Paints and varnishes - Determination of the scratch resistance of a coating system using a laboratory-scale car-wash (ISO 20566:2013); German version EN ISO 20566:2013

Dokumentart: Norm, Ausgabedatum: 2013-06, Ersatz für: DIN EN ISO 20566:2007-01, Sprachen: Deutsch; Einführungsbeitrag: Die Norm legt ein Prüfverfahren zum Beurteilen der Kratzfestigkeit von organischen Beschichtungen, insbesondere von Oberflächen aus dem Bereich der Automobilindustrie (d.h. zum Beurteilen der Beständigkeit in Waschanlagen) fest. Im Labor wird die maschinelle

Fahrzeugreinigung mit rotierenden Bürsten unter Verwendung von synthetischem Schmutz simuliert. Dabei orientieren sich die hier festgelegten Prüfbedingungen weitestgehend an den Verhältnissen in einer Autowaschanlage. Das Verfahren ist auch für Kunststofffolien und -anbauteile anwendbar, wenn die Prüfparameter entsprechend angepasst werden. Beim Prüfverfahren gilt zu beachten, dass durch Änderungen des Bürstenmaterials, über die Zeit gesehen, das Prüfergebnis nicht konstant bleibt, das heißt, mit zunehmender Alterung der Bürste werden schlechtere Werte erhalten. Ferner wurde auch eine Abhängigkeit von der Position der Probe auf dem Probentisch beobachtet. Somit ist das Prüfverfahren lediglich als vergleichende Prüfung zu einem bestimmten Zeitpunkt bei nicht allzu großen Prüferien anzuwenden. Die Absolutwerte, die bei unterschiedlicher Betriebsstundenzahl der Bürsten ermittelt werden, sind nicht miteinander vergleichbar. Für diese Norm ist das Gremium NA 002-00-07-11 AK „Waschkratzerbeständigkeit“ im DIN zuständig. Änderungsvermerk: Gegenüber DIN EN ISO 20566:2007-01 wurden folgende Änderungen vorgenommen: a) ein Abschnitt „Begriffe“ mit Definitionen für Oberflächenkratzer, Kratzer, Doppelhub, Prüffläche und Reflow-Effekt wurde ergänzt; b) bei allen wichtigen Zahlenangaben wurden Toleranzen ergänzt; c) der Sprühwinkel wurde von 60° auf 65° geändert; d) eine Anforderung an die Dicke der Probenplatten wurde ergänzt; e) die Durchführung wurde präzisiert; f) die visuelle Beurteilung der Probenplatten wurde ergänzt.

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



Internationale Fachmesse
für Oberflächen & Schichten
31.05.-02.06.2016, Stuttgart

Präsentieren Sie die Leistungsfähigkeit Ihrer Oberflächenbehandlungen und die Innovationskraft Ihres Unternehmens

- in einem neuen Umfeld
- mit einem innovativen Konzept

Interessante Plattform und neue Ansätze für eine erfolgreiche Darstellung auf der O&S 2016.

Sie sind interessiert?

Dann freuen wir uns auf das Gespräch mit Ihnen.

Innovation
in Oberflächen



WOTech GbR · Am Talbach 2 · 79761 Waldshut-Tiengen

Tel.: 07741/8354198 · Mobil: 0151/29109892 · E-Mail: kaeszmann@wotech-technical-media.de



Die Rero AG veredelt seit über 130 Jahren Metalle und gehört zu den bedeutendsten Galvaniken der Schweiz.

Zur Unterstützung unseres Teams suchen wir eine

Assistenz Bereichsleitung Elektropolieren

Ihre Funktion

Als Assistenz der Bereichsleitung sind Sie für diverse Angelegenheiten des täglich anfallenden, operativen Geschäfts zuständig:

- Elektropolieren und Passivieren von Industrie- und Medizinalteilen
- Einplanen, Koordinieren und Überwachen der Termine
- Mithilfe in der Kalkulation
- Koordination der Badpflege und des Unterhalts
- Mithilfe in der Validierung und Qualifizierung der Anlagen und Prozesse

In Abwesenheit der Bereichsleitung wären Sie zudem dessen Stellvertretung und verantwortlich für die Preiskalkulation, Kommunikation mit dem hauseigenen Labor & Analytik sowie Mithilfe in der Reklamationsbearbeitung.

Ihre Kompetenzen

Für diese unternehmerisch anspruchsvolle Tätigkeit suchen wir eine kommunikationsstarke, fachlich versierte Persönlichkeit, welche über folgende Kompetenzen verfügt:

- Ausbildung und mehrjährige Berufserfahrung im Bereich Elektropolieren und Passivieren
- Erfahrung in der Bearbeitung von Teilen der Medizinaltechnik
- Sehr gute Deutschkenntnisse
- PC Anwender-Kenntnisse

Ihnen liegt das Organisieren ebenso wie das Koordinieren. Sie besitzen eine hohe Eigenmotivation und sind es gewohnt, selbstständig zu arbeiten. Langfristiges Planen und Denken liegt Ihnen im Blut und der Umgang mit Menschen bereitet Ihnen grossen Spass.

Ihre Perspektiven

Sie erhalten die Chance, in einem innovativen und dynamischen Umfeld eine selbstständige und tragende Funktion zu übernehmen, in welcher Sie nachhaltig die Entwicklung der Gesamtunternehmung mitprägen.

Diskretion ist selbstverständlich. Falls Sie Fragen zu dieser interessanten Position haben, wenden Sie sich bitte an Frau Sarah Schweizer oder senden Sie Ihr Bewerbungsdossier per Mail an

sarah.schweizer@rero-ag.ch oder direkt per Post an:
RERO AG, Personalwesen,
Hauptstrasse 96, CH-4437 Waldenburg



ELB-

CERANOD® outside.
Oberflächen für Al, Mg, Ti.



Verschleißschutzfaktor

gegenüber Anodisation

X 1000-0000

dekorativ · funktional ·
non plus ultra
protektiv ·
CERANOD® outside.

 **CERANOD®**
ULTRACERAMIC®

Außen ist unsere stärkste Seite.

CERANOD® outside. Leichtmetall-Oberflächentechnik

ELB · 71642 Ludwigsburg · info@ceranod.com · ☎ 07141-5615-0