

# Galvanotechnik

Älteste Fachzeitschrift für die Praxis der Oberflächenbehandlung

**Galvanotechnik:** Vorbehandlung, Schleifen, Polieren, Reinigen, Entfetten; galvanische Metallabscheidung, stromlose Metallabscheidung, anorganische Schicht; Kunststoffgalvanisierung, Korrosionsschutz.

**Photovoltaik:** Prinzip, Entwicklung und Herstellung von Solarzellen, Galvano- und Oberflächentechnik für Solarzellen.

**Dünnschicht- und Plasmatechnik:** PVD, CVD, Plasmapolymersation, Hartstoffschicht, Tribologie, Vakuumtechnik.

**Mikrosystemtechnik:** LIGA-Technik; Mikrogalvanoformung; Ätzen; Mikromechanik; Röntgenlithographie.

**Umwelttechnik:** Abwasser, Abfall, Abluft; Wertstoffrecycling, Anlagen; Geräte; Prüfverfahren; Materialien.

EUGEN G. LEUZE VERLAG KG · D-88348 BAD SAULGAU/WÜRTT. · KARLSTR. 4

Telefon 07581/4801-0 · Telefax 07581/4801-10

E-Mail: [mail@leuze-verlag.de](mailto:mail@leuze-verlag.de) · Internet: <http://www.leuze-verlag.de>

Internet: <http://www.galvanotechnik.com> bzw. <http://www.galvanotechnik.de>

104. Jahrgang

2013

Heft 9 (September)

**Herausgeberin und Hauptschriftleiterin:** Sylvia Leuze-Reichert; E-Mail: [sylvia.leuze-reichert@leuze-verlag.de](mailto:sylvia.leuze-reichert@leuze-verlag.de)

**Schriftleitung:** Heinz Käisinger (Galvanotechnik), Verlagsanschrift, Telefon 07581 4801-16, E-Mail: [heinz.kaesinger@leuze-verlag.de](mailto:heinz.kaesinger@leuze-verlag.de)

**Redaktion:** Dipl.-Ing. Harald Holeczek (Photovoltaik), Verlagsanschrift; E-Mail: [harald.holeczek@leuze-verlag.de](mailto:harald.holeczek@leuze-verlag.de)

Dr.-Ing. Richard Suchentrunk (Dünnschicht- und Plasmatechnik), Am Feld 17, D-85658 Egmating

Heinz Käisinger (Mikrosystemtechnik), Leuze Verlag, Bad Saulgau (ad interim)

Dipl.-Ing. (FH) Hanns-Michael Oßwald (Umwelttechnik), Hohensteiner Str. 25, D-09337 Hohenstein-Ernstthal;

E-Mail: [h-michael.osswald@leuze-verlag.de](mailto:h-michael.osswald@leuze-verlag.de)

Petra Istvan (Bildredaktion), Verlagsanschrift

Übersetzungen aus dem Englischen: Christine Ahner, [translate.economy@web.de](mailto:translate.economy@web.de), [www.translate-economy.de](http://www.translate-economy.de), +49 0 7522 909230

**Anzeigenleitung:** Gerald Mikuteit, Telefon 07581 4801-15; E-Mail: [gerald.mikuteit@leuze-verlag.de](mailto:gerald.mikuteit@leuze-verlag.de)

**Abonnementverwaltung:** Inge Leuze, Telefon 07581 4801-13; E-Mail: [inge.leuze@leuze-verlag.de](mailto:inge.leuze@leuze-verlag.de)

Die Fachzeitschrift „Galvanotechnik“ erscheint monatlich einmal (zur Monatsmitte). Bezugspreis für Deutschland € 75,50 jährlich, für das Ausland € 94,20 jährlich. Zusätzlicher Bezug im Premium-Abo (Printausgaben + Onlineausgaben mit Möglichkeit der Volltextrecherche) möglich. Bezugspreis für das Premium-Abo Deutschland € 107,60 jährlich, für das Ausland € 124,20 jährlich. In diesen Beträgen sind die Bezugsgebühren und die Versandkosten enthalten, in Deutschland auch die Mehrwertsteuer. Einzelhefte € 10,70 und Porto. Der Mindest-Bezugszeitraum beträgt 1 Jahr. Abbestellungen sind nur bis 6 Wochen vor Jahresende möglich. Bei höherer Gewalt, Streik oder sonstigen besonderen Umständen besteht kein Anspruch auf Nachlieferung oder Erstattung bei Nichterscheinen.

Durchschnittliche Druckauflage der „Galvanotechnik“ im 4. Quartal 2012: 3966 Exemplare je Heft.

Die Richtigkeit dieser Auflage ist durch IVW-Kontrolle verbürgt.

Die IVW ist eine unabhängige Prüfungsinstanz der werbenden deutschen Wirtschaft.

Die „Galvanotechnik“ ist in 50 Ländern der Welt abonniert.



Geographische Verbreitungsanalyse

Bundesrepublik Deutschland:

3460 = 87,24 %

Ausland:

506 = 12,76 %

3966 = 100,00 %

Die in der Zeitschrift veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, sind vorbehalten. Kein Teil dieser Zeitschrift darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form – durch Fotokopien, Mikrofilm oder andere Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsanlagen, verwendbare Sprache übertragen werden. Auch die Rechte der Wiedergabe durch Vortrag, Funk- und Fernsehendung im Magnettonverfahren oder auf ähnlichem Wege bleiben vorbehalten. Fotokopien für den persönlichen und sonstigen eigenen Gebrauch dürfen nur von den einzelnen Beiträgen oder Teilen daraus als Einzelkopie hergestellt werden. Imprimé en Allemagne – Printed in Germany

Das Inhaltsverzeichnis dieses Heftes finden Sie auf den nächsten Seiten.

**Zum Titelbild:** Die IMO Oberflächentechnik GmbH hat sich zu einem international anerkannten Spezialisten für technische Oberflächen entwickelt und feiert in diesem Jahr das 40. Firmenjubiläum. Mit 30 Bandanlagen und 4 Schüttgutvollautomaten verfügt IMO über eine einzigartige Technikvielfalt. Vollbänder, Stanzteile, Drehteile sowie technische Einzelteile werden selektiv mit Gold, Silber, Palladium, Kupfer, Nickel, Zinn und Mehrschichtsystemen veredelt. Kontakt: IMO Oberflächentechnik GmbH, Remchinger Str. 5, 75203 Königsbach-Stein, Tel: 07232 3006-0, [www.imo-gmbh.com](http://www.imo-gmbh.com)

Galvanotechnik		Plating Galvanoplastie
<i>Editorial</i>	<b>Kunststoff hat zwei Gesichter</b>	1719
<i>Aufsätze</i>	<b>Plasmagespritzte Funktionsschichten für Hochtemperatur-Brennstoffzellen (SOFC)</b> (Arnold, Dr.-Ing. J.)	1720
	<b>Zum Elektropolieren von Titan in nicht-wässrigen Elektrolyten</b> (Böck, R.)	1729
	<b>Energierückgewinnung im mobilen Bereich am Beispiel der Klimatisierung von Hybrid- und Elektrofahrzeugen</b> (Aurich, Dipl.-Ing. J.; Baumgart, Dr.-Ing. R.; Danzer, Dipl.-Ing. C.; von Unwerth, Prof. Dr.-Ing. T.)	1735
	<b>Großflächige Plasmavorbehandlung und PECVD bei Atmosphärendruck mittels LARGE-Plasmaquelle</b> (Kotte, Dipl.-Ing. L.; Mäder, Dr. G.; Roch, Dipl.-Ing. J.; Leupolt, Dipl.-Chem. B.; Kaskel, Prof. Dr. S.; Wielant, Dr. J.; Mertens, M. Sc. T.; Gammel, Dr. F. J.)	1742
	<b>Galvanotechnik in der Brennstoffzelle – Galvanotechnische Verfahren und Methoden zur Weiterentwicklung der Energietechnik</b> (Freudenberger, Dr. R.)	1754
	<b>Chemisches Entzinnen von Kupferlegierungen</b> (Bombach, H.; Kaden, I.; Stelter, M.; Schillinger, W.)	1762
<i>Berichte</i>	<b>Damit es läuft wie geschmiert</b>	1772
	<b>40 Jahre in Bewegung – Oberflächentechnik auf höchstem Niveau</b>	1774
	<b>Mitteldeutscher Kunststofftag 2013</b>	1780
	<b>Brief aus England – Monatlicher Bericht von Dr. A. T. Kuhn</b>	1784
	<b>Hightech-Schicht produziert saubere Kunststoffteile</b>	1794
	<b>Elektrochemische Charakterisierung im Miniaturformat</b>	1796
	<b>Bericht aus Indien – Monatlicher Bericht von Dr. Nagaraj N. Rao</b>	1799
	<b>Oberflächentage 2013</b>	1802
<i>Rubriken</i>	<b>Aus der Praxis - für die Praxis</b>	1807
	<b>Verbandsnachrichten</b>	1809
	<b>DGO-Bezirksgruppen und Veranstaltungstermine</b>	1813
	<b>Neue Verfahren - Neue Einrichtungen</b>	1814
	<b>Tagungen, Ausbildung, Fachmessen</b>	1816
	<b>Wichtiges in Kürze</b>	1821
	<b>Neues aus der Fachwelt</b>	1825
	<b>Aus den Unternehmen</b>	1826
	<b>Patentschau</b>	1828

## Photovoltaik

### Photovoltaics Photovoltaïque

<i>Editorial</i>	<b>Silberstreif am Horizont?</b>	1841
<i>Berichte</i>	<b>Solarmodule in drei Dimensionen</b>	1842
	<b>Möglichkeiten zum Ersatz von Kernkraft durch Photovoltaik in der Region Tokio</b>	1845
<i>Rubrik</i>	<b>Zur Info</b>	1846

## Dünnschicht- und Plasmatechnik

### Thinfilm- and Plasma Technology Couches minces – Technique du plasma

<i>Editorial</i>	<b>Antimaterie</b>	1849
<i>Berichte</i>	<b>Neue Entwicklungen in der Lasertechnik – Fraunhofer auf der Laser 2013</b>	1850
	<b>Plasma Germany: Die Frühjahrssitzung 2013</b>	1855
<i>Rubrik</i>	<b>Zur Info</b>	1857

## Mikrosystemtechnik

### Microsystems Technology Microtechnique

<i>Editorial</i>	<b>Zuverlässige Leistungselektronik</b>	1863
<i>Berichte</i>	<b>Anwendungen hydrophober Oberflächenmodifikationen in der Mikrosystemtechnik</b>	1864
	<b>Automatisierung in der Belichtungstechnik</b>	1873

## Umwelttechnik

### Environmental Technology Technologie de l'environnement

<i>Editorial</i>	<b>Fahrräder stehen unter Strom</b>	1875
<i>Bericht</i>	<b>Möglichkeiten und Grenzen der Elektroentionisierung</b>	1876
<i>Rubrik</i>	<b>Zur Info</b>	1890

## Galvano-Referate

### (grüne Seiten, nach Umwelttechnikteil) Abstracts aus internationalen Fachzeitschriften

Gelegenheitsanzeigen, Inserentenverzeichnis, Beilagen- und Einhefter-Hinweis am Heftschluss, Anzeigenpreise, Impressum (letzte Seite)

Arnold, J.

**Plasmagespritzte Funktionsschichten für Hochtemperatur-Brennstoffzellen (SOFC)****Plasma-Sprayed Functional Coatings for High-Temperature Fuel Cells (SOFC)****Couches fonctionnelles réalisées par projection plasma pour piles à combustible haute température (SOFC)**

Galvanotechnik 104 (2013) 9, S. 1720-1727, 11 Abb.

Brennstoffzellen ermöglichen eine hocheffiziente und umweltfreundliche Umwandlung verschiedener Brennstoffe in thermo-elektrische Energie. Besonders die Fähigkeit von Festoxid-Brennstoffzellen (engl. solid oxide fuel cells, SOFC), Diesel oder Kerosin ohne aufwändige Reformierungsmaßnahmen verarbeiten zu können, macht sie für mobile Anwendungen (zum Beispiel als Bordstromversorgung in PkW oder LkW) interessant. Dazu müssen sie aber eine möglichst hohe elektrische Leistung bei minimalem Eigengewicht besitzen. Dies wird bspw. durch sogenannte metallsubstratgestützte SOFC (MS-SOFC) verwirklicht. Deren Herstellung kann durch Plasmabeschichten erfolgen, mit dem es kostengünstig möglich ist, Schichten oder Schichtsysteme mit unterschiedlichen Aufgaben für die SOFC zu erzeugen. Ein Abriss über die seit vielen Jahren am Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) laufenden Arbeiten und Ergebnisse bei der Entwicklung, Anwendung und Erprobung verschiedener Beschichtungstechnologien für SOFC, wie dem Pulver-Vakuumplasmaspritzen (VPS) oder dem Suspensionsplasmaspritzen (SPS), sind wesentlicher Inhalt dieser Veröffentlichung.

Fuel cells offer a highly efficient and environmentally-friendly means for converting a wide range of fuels into thermal-electrical energy. Solid Oxide Fuel Cells (SOFC) are especially attractive in that they can use diesel or kerosene as fuels without requiring an initial reforming stage. This makes them of special interest in mobile applications, for instance providing auxiliary power for road vehicles. In such applications however, energy density and power density are critical. This can be achieved for example, using so-called metal-supported SOFCs (MS-SOFC). These can be economically constructed using plasma spraying to form single or multilayer coatings suitable for SOFC applications. Presented here is a survey of many years work carried out and still in progress at the German Aerospace Centre (DLR) where a range of coating processes for SOFCs such as Powder-Vacuum Spraying (VPS) or Suspension Plasma Spraying (SPS) are described in detail in this report.

Les piles à combustible permettent une conversion très efficace et écologique de différents combustibles en énergie thermo-électrique. Notamment la capacité des piles à oxyde solide (en anglais: Solid Oxide Fuel Cell – SOFC), à pouvoir fonctionner avec du diesel ou du kérosène sans de coûteuses modifications les rendent attractives pour des applications mobiles (par exemple pour l'alimentation électrique des tableaux de bord des voitures particulières ou des camions). Elles doivent de plus avoir un rendement électrique aussi élevé que possible avec un poids intrinsèque minimal. Ce résultat est obtenu avec p. ex. ce qu'on appelle SOFC à armature métallique (MS-SOFC). Leur fabrication peut être effectuée par revêtement plasma, avec lequel il est économiquement possible de produire pour la SOFC des couches et des systèmes de couches avec fonctions différentes. L'objet de l'essentiel du contenu de cette publication est un aperçu, sur de nombreuses années, des travaux de recherche réalisés au DLR (Centre allemand pour l'aéronautique et l'aérospatiale) et les résultats obtenus dans le développement, l'application et l'expérimentation des différentes technologies de revêtement pour SOFC, comme la projection poudre par plasma sous vide (VPS) ou la projection plasma de suspensions (SPS).

## Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz

Von Prof. Dr. Wolfgang Hasenpusch. Erste Auflage 2009. 664 Seiten mit 198 Abbildungen. Preis € 105,- inkl. 7 % MwSt. und Versand in Deutschland. ISBN 978-3-87480-247-5.

Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz zählen zu den grundlegenden Managementaufgaben im Betrieb. Ohne sichere Arbeitsplätze und gesundheitliche Vorsorge kann heute kein Betrieb mehr überleben und sich nachhaltig entfalten.

Dieses Buch enthält grundlegende Informationen zum Thema, geht aber auch auf einzelne Bereiche wie die Organisation der betrieblichen Arbeitssicherheit, die Gefährdungsbeurteilung und die Berufsgenossenschaften ein.

**Eugen G. Leuze Verlag**

Karlstraße 4 · D-88348 Bad Saulgau · Tel. 0 75 81/48 01-0 · Fax 0 75 81/48 01-10  
buchbestellung@leuze-verlag.de · www.leuze-verlag.de

Böck, R.

**Zum Elektropolieren von Titan in nicht-wässrigen Elektrolyten**  
**Electropolishing of Titanium in Non-Aqueous Media**  
**Electropolissage du titane dans des électrolytes non aqueux**

Galvanotechnik 104 (2013) 9, S. 1729-1733, 3 Tab.

Wegen dem geringen Gewicht, der hohen Festigkeit und auch der Biokompatibilität werden Titanwerkstoffe mit zunehmender Tendenz technisch eingesetzt (Brillengestelle, Uhren, Gehäuse für PDA's etc.). Insbesondere auch in der Medizintechnik spielt ihre Oberflächenbeschaffenheit eine wesentliche Rolle. Die Vergütung von Titanoberflächen erfolgt oft mit Elektropolierverfahren, wobei vor allem wässrige Elektrolytsysteme verwendet werden, die starke Mineralsäuren (z.B. Schwefelsäure, Fluorwasserstoffsäure), organische Lösemittel (z.B. Methanol, Butanol) oder entzündbare/explosionsfähige Komponenten (z.B. Perchlorsäure) enthalten.

On account of its light weight, high mechanical strength and also its biocompatibility, titanium-based alloys are increasingly being used in a wide range of applications (spectacle frames, watches etc). When used in medical applications, the surface condition is critical. One widely used process to improve surface finish, is electropolishing. In this case, all aqueous electrolytes used for this purpose are based on strong mineral acids (e.g. sulphuric acid, hydrofluoric acid) often in organic solvents (e.g. methanol, butanol or flammable/explosive components (e.g. perchloric acid).

Les matériaux en titane sont de plus en plus utilisés dans le domaine technique en raison du faible poids du titane, de sa résistance élevée et de sa biocompatibilité (montures de lunettes, montres, etc.). Leurs caractéristiques de surface jouent également un rôle important en particulier dans le domaine médical. L'amélioration des surfaces en titane résulte souvent d'un procédé d'électropolissage dans lequel sont notamment utilisés des systèmes d'électrolytes aqueux qui contiennent des acides minéraux forts (p.ex. acide sulfurique, acide fluorhydrique), des solvants organiques (p. ex. méthanol, butanol) ou des composants inflammables/explosifs (p. ex. acide perchlorique).

Bombach, H.; Kaden, I.; Stelter, M.; Schillinger, W.

**Chemisches Entzinnen von Kupferlegierungen**  
**Chemical Tin Stripping from Copper Alloys**  
**Désétamage chimique des alliages cuivreux**

Galvanotechnik 104 (2013) 9, S. 1762-1770, 9 Abb., 1 Tab., 13 Lit.-Hinw.

Bei der Verarbeitung von verzinneten bandförmigen Halbzeugen aus Kupferlegierungen fallen in erheblichem Umfang Bandreste und Stanzabfälle als Schrotte an. Schrotte aus Reinkupfer oder Bronze lassen sich Einschmelzen und direkt zur Fertigung neuer Halbzeuge aus Bronze wieder verwenden. Diese Vorgehensweise würde bei Messing und bei niedriglegierten Kupferlegierungen jedoch dazu führen, dass die zulässigen Grenzwerte für Zinn in den wieder erschmolzenen Legierungen überschritten würden. Derartige verzinnte Schrotte müssen daher für das Recycling verhüttet werden. Die Verhüttung von Kupferlegierungen ist mit erheblichen Kosten verbunden, und das Zinn und die Legierungselemente gehen zumindest teilweise verloren. Ziel war deshalb die Entwicklung von Verfahren zur chemischen Entzinnung von Stanzschrotten, so dass der entzinnete Schrott anschließend direkt wieder zu den entsprechenden Kupferlegierungen umgeschmolzen werden kann.

When working with tinned copper alloy semis in strip form, a significant amount of scrap arises either in the strip form or as stamping offcuts. Scrap consisting of pure copper or bronze can be easily recycled by remelting and returned to the manufacturing process. However in the case of brass or low alloyed copper, adoption of this approach would lead to unacceptably high tin concentrations in the molten metal and for this reason, tinned scrap is currently sent off to a smelting refining operation. This, in the case of copper alloys, is associated with significant costs while the tin and alloying elements are largely lost as a result. The aim of the work reported here was to develop a process for chemical stripping of tin from stamping scrap thereby allowing the de-tinned metal to be directly returned to the molten metal furnace.

Une quantité importante de déchets métalliques composés de résidus de bandes et de chutes de découpage se forment lors de la mise en œuvre des produits semi-finis bandes en alliages de cuivre étamés. Les déchets en cuivre pur ou en bronze peuvent être refondus et directement réutilisés pour la fabrication de nouveaux produits semi-finis en bronze. Avec le laiton et les alliages cuivreux faiblement alliés cette procédure entraînerait dans les alliages refondus le dépassement des limites admissibles de la concentration en étain. Un traitement métallurgique est donc nécessaire pour le recyclage de ce type de déchets étamés. Le traitement métallurgique des alliages de cuivre implique des coûts considérables et l'étain et les éléments d'alliage ne peuvent être récupérés tout du moins partiellement. L'objectif était par conséquent le développement de procédés de désétamage chimique des résidus de découpage, de sorte que les déchets étamés puissent être refondus pour leur réutilisation directe dans les alliages cuivreux correspondants.

Aurich, J.; Baumgart, R.; Danzer, C.; von Unwerth, T.

***Energierückgewinnung im mobilen Bereich***  
***Energy Recovery in Transportation***  
***Récupération d'énergie dans le secteur automobile***

Galvanotechnik 104 (2013) 9, S. 1735-1740, 4 Abb., 1 Tab.

Die energieeffiziente Klimatisierung des Pkw-Innenraums stellt im Zuge der Entwicklung von Elektrofahrzeugen eine zunehmende Herausforderung dar, da insbesondere die elektrische Beheizung der Fahrgastzelle zu einer teilweise erheblichen Reduzierung der Reichweite führt. Aus diesem Grund wurde an der TU Chemnitz ein Simulationsmodell entwickelt, mit dem sowohl die gesamte Klimaanlage einschließlich der Fahrgastzelle als auch der gesamte Antriebsstrang von E-Fahrzeugen beschrieben werden kann.

Energy-efficient air conditioning of the passenger compartment of electric vehicles is a critical issue. In particular, the energy required for heating the passenger compartment can significantly reduce vehicle range. To better understand this, a simulation model was developed at the Technical University in Chemnitz which models not only the air conditioning unit of the passenger compartment but also the total energy requirement in an electric vehicle.

La climatisation économe en énergie de l'habitacle des véhicules représente un challenge croissant lors du développement des véhicules électriques, en particulier parce que le chauffage électrique de l'habitacle entraîne une réduction partiellement importante de l'autonomie. L'Université Technique de Chemnitz a pour cette raison développé un modèle de simulation, pour lequel aussi bien l'ensemble de l'installation de climatisation y compris l'habitacle que tout le circuit d'alimentation des véhicules électriques ont été détaillés.

Kotte, L.; Mäder, G.; Roch, J.; Leupolt, B.; Kaskel, S.; Wielant, J.; Mertens, T.; Gammel, F. J.

***Großflächige Plasmavorbereitung mittels LARGE-Plasmaquelle***  
***Plasma Pre-treatment of Large Surface Areas Using a LARGE Plasma source***  
***Prétraitement plasma sur de grandes surfaces et PECVD à pression atmosphérique à l'aide d'une source plasma LARGE***

Galvanotechnik 104 (2013) 9, S. 1742-1753, 12 Abb., 2 Tab., 8 Lit.-Hinw.

Mit der LARGE (Long Arc Generator) Plasmaquelle wird ein langer Lichtbogen zur Erzeugung eines fächerförmigen Afterglowplasmas mit einer Breite von 80 mm bis 350 mm bei Atmosphärendruck gezündet. Im Gegensatz zu meist punktförmigen Atmosphärendruck-Plasmaquellen stellt die Anwendung dieser Technik eine interessante Alternative für die großflächige Vorbehandlung von Oberflächen dar. Das vom Lichtbogen plasmachemisch angeregte und ausgetriebene Arbeitsgas wird beispielsweise zur Aktivierung und Modifizierung von Metallen bis hin zu Polymeren genutzt. In dem folgenden Beitrag wird die Funktionsweise der LARGE-Plasmaquelle, die Steuerung der Schichteigenschaften und deren Einsatz zur Abscheidung von SiO<sub>x</sub>-Haftvermittlerschichten auf Metallen beschrieben.

Using the LARGE (Long Arc Generator) plasma source, a long arc is struck to form a fan-shaped afterglow plasma with a width of 80 to 350 mm at atmospheric pressure. By contrast with most atmospheric plasma sources which are point-sourced, this process offers an attractive option for treating large surface areas. The working gas which is plasma-chemically excited by the arc and then expelled can be used for activation and/or modification of a wide range of materials from metals to polymers. In this article, the mode of operation of the LARGE plasma source, its control to create specific surface properties and its use for the deposition of SiO<sub>x</sub> are described.

Un arc électrique long est créé à l'aide d'une source plasma LARGE (long arc generator) sous pression atmosphérique pour générer un Afterglowplasma en forme d'éventail de largeur allant de 80 mm à 350 mm. Contrairement à la plupart des sources plasma à pression atmosphérique punctiformes, l'utilisation de cette technique est une alternative intéressante pour le prétraitement de surfaces sur des zones étendues. L'arc plasmachimique activé et le gaz de travail expulsé sont utilisés pour l'activation et la modification de métaux ainsi que des polymères. Dans la suite de cette publication sont décrits le mode de fonctionnement de la source plasma LARGE, le contrôle des propriétés du revêtement et son utilisation pour la déposition de couches adhérentes de SiO<sub>x</sub> sur des métaux. Il est examiné en particulier les propriétés optiques et la morphologie des revêtements ainsi que leur potentiel en tant que couche adhérente dans des composites métal/matière plastique. Les exigences sont remplies pour utiliser la technologie LARGE dans un environnement industriel robotisé en raison des écarts variables des revêtements pouvant aller jusqu'à 60 mm pour le revêtement d'éléments 2,5 D, de la fabrication de couches SiO<sub>x</sub> nanostructurées pour une jonction autant mécanique que chimique des colles résine époxy sur les surfaces ainsi que d'une conception compacte de la source plasma.

Freudenberger, R.

**Verformungsmechanismen Galvanotechnik in der Brennstoffzelle – Galvanotechnische Verfahren und Methoden zur Weiterentwicklung der Energietechnik**  
**The Role of Electroplating in Fuel Cell Construction – Electrodeposition Processes and Methods for Further Developments in Energy Technology**  
**Galvanoplastie dans la pile à combustible – Procédés galvanotechniques et méthodes de perfectionnement des technologies de l'énergie**

Galvanotechnik 104 (2013) 9, S. 1754-1760, 11 Abb.

In Polymerelektrolytmembran(PEM)-Brennstoffzellen besteht an mehreren Stellen die Möglichkeit, durch galvanische Abscheidung zur Verbesserung der Leistung, der Betriebsdauer, oder zur Verbesserung der Herstellungsverfahren zum Fortschritt beizutragen. Vom Kernstück im zentralen Bereich der Katalysatoren bis zur Peripherie im Bereich der vorgelagerten Gastrennung in der Gasprozess-technik, beispielsweise auch in Fragen der Miniaturisierung von Brennstoffzellen oder zur Herstellung von Bipolarplatten, bestehen Ansatzpunkte für galvanische Optimierungen, da es mit Hilfe der elektrolytischen Abscheidung sehr leicht gelingt, Oberflächen aufzubauen, zu modifizieren und zu funktionalisieren. Im Kontext dieses Beitrags konzentrieren sich die Projektbeispiele auf PEM-Brennstoffzellen, entweder in der Niedertemperaturvariante oder in einem neuen Vorhaben bezogen auf mittlere Arbeitstemperaturen. Der prinzipielle Aufbau ist in beiden Fällen ähnlich, dargestellt in Abbildung 1, das in dieser schematischen Skizze ein einzelnes Wiederholelement im Brennstoffzellenstapel (Stack) illustriert. Es besteht aus Bipolarplatten, die mit ihrem Flowfield für die Verteilung der Gasströme sorgen und an der Stromableitung beteiligt sind. Es folgen die Gasdiffusionslagen, die zusammen mit dem Katalysatoren und der Membran die Membran-Elektroden-Einheiten (MEA) darstellen. Für die galvanische Abscheidung werden leitfähige Substrate benötigt; solche liegen vor bei den Bipolarplatten, denn diese sind aus Metall, Graphit oder leitfähigen Compounds. Ferner sind die Gasdiffusionslagen elektrisch leitfähig, es handelt sich hier um Papiere oder Faservliese mit Graphitstruktur.

In polymer electrolyte membrane (PEM) fuel cells, there are numerous locations where electroplating could lead to improved performance, operating life or better production methods. From the catalyst for at the heart of these devices to peripherals involved in the gas handling stages and not only in terms of miniaturising fuel cells or production of bipolar electrodes, numerous potential applications of electroplating exist. This is a technology ideal for building up surfaces, modifying and/or functionalising them. The focus of this report is on PEM fuel cells operating either in the low or medium temperature range. The main architecture which is similar in both cases, is shown in Figure 1 which is a sketch of a repeating unit in the overall fuel cell stack. It consists of bipolar electrodes, configured for a distribution of gas flow and with current take-off. It is followed by the gas diffusion stage which, together with catalysts and the membrane, forms the membrane-electrode unit (MEA). Electrodeposition requires a conductive substrate which, in the case of bipolar electrodes, are already present, consisting as they do of metal, graphite or conducting compounds. In addition, the gas diffusion stages are also electrically conducting, consisting of paper or fibre fleeces with a graphite structure.

Des possibilités d'amélioration de piles à combustible à membrane électrolyte polymérique (PEM) sont envisageables par un dépôt électrolytique en plusieurs emplacements de la pile pour améliorer la performance, la durée d'utilisation ou les procédés de fabrication. Puisqu'on réussit très facilement à l'aide du dépôt électrolytique, à constituer des surfaces, à les modifier et à les fonctionnaliser, les points de départ pour optimiser la galvanoplastie vont du cœur de la pile dans la zone centrale des catalyseurs jusqu'à la périphérie dans la zone de séparation préalable des gaz avant leur processus de recombinaison, par exemple aussi les interrogations quant à la miniaturisation des piles à combustible ou également la fabrication des plaques bipolaires. Dans cet article les exemples de projets de piles à combustible se concentrent sur les piles à combustible PEM que ce soit dans la variante basse température ou dans un nouveau projet fondé sur des températures de travail moyennes. La structure de base est semblable dans les deux cas, représentée dans la figure 1 qui illustre dans cette représentation schématique un élément de cellule élémentaire dans un assemblage de pile à combustible (Stack ou module). Il se compose de plaques bipolaires qui assurent le courant gazeux à l'aide de leurs canaux de distribution et collectent le courant électrique produit. Les éléments suivants sont des couches de gaz de diffusion qui conjointement avec le catalyseur et la membrane représentent l'unité membrane électrode (MEA). Des substrats conductibles sont nécessaires pour le dépôt électrolytique; les plaques bipolaires sont appropriées car elles sont en métal, en graphite ou en compounds conductibles. Les couches de gaz de diffusion sont en outre électriquement conductibles, s'agissant ici de papiers ou de voiles ayant une structure en graphite.

**Heute schon die**
**Galvanotechnik**  
Altteste Fachzeitschrift für die Praxis der Oberflächenbehandlung
**besucht?**
[www.leuze-verlag.de](http://www.leuze-verlag.de)

## Richtlinien für Autoren

### Guidelines for Authors      Précis pour la rédaction sur demande

#### Die technische Ausführung des Manuskripts

Bitte liefern Sie uns Ihr Manuskript in elektronischer Form, am besten per E-Mail. Sollte die Datenmenge zu groß sein, können Sie uns auch eine CD oder einen Stick schicken, den erhalten Sie selbstverständlich zurück. Für den Fall, dass Sie uns Ihren Beitrag auf Datenträger schicken, brauchen Sie keinen Ausdruck davon zu machen, es sei denn, die Bebilderungen liegen ausschließlich in Papierform vor.

#### Die Ausfertigung des Manuskripts

Ein Manuskript besteht in den meisten Fällen aus Text und Abbildungen. Der Text sollte in einem gängigen Textverarbeitungsprogramm geschrieben sein, am besten in Word. Bitte arbeiten Sie die Bilder NICHT ins Manuskript ein. Fügen Sie diese separat und gekennzeichnet (Abbildung 1...) dem Manuskript bei.

#### Die Textgliederung, Formeln und Literaturangaben

Der Text gliedert sich in den Titel, einen Abstract (Vorspann), den Hauptteil mit Zwischenüberschriften, Formeln und Tabellen sowie den Anhängen (Danksagungen, Literaturverzeichnis, Zeichenerklärungen, Bildunterschriften). Alle diese Teile sollten hintereinander weg geschrieben, jedoch nicht formatiert werden. Das heißt, dass Sie bitte keine Textteile durch Fettdruck, veränderte Schriftgröße oder kursive Teile hervorheben. Ausnahme ist natürlich, wenn formatierter Satz der korrekten technischen Wiedergabe dient.

Bitte trennen Sie Formeln, die im Lauftext vorkommen, vorne und hinten mit einem Absatz vom Rest des Textes. Bitte nummerieren Sie diese folgendermaßen: <1>, <2> usw.

Auch Tabellen stehen im Fließtext, platzieren Sie diese an der dafür passenden, d. h. logischen Stelle im Text. Bitte versehen Sie die Tabellen mit einer kurzen Beschreibung: Tabelle 1: Komplexe in Kupferelektrolyten. Diese Beschreibung steht über der Tabelle.

Wenn an einer bestimmten Stelle im Text eine Abbildung stehen soll, erwähnen Sie dies im Text wie folgt: „Abbildung 1 zeigt die Oberfläche eines...“ oder: „Bestimmte Parameter des Bades lösen eine Blumenkohlstuktur der Oberfläche aus (Abbildung 1)“.

Beziehen Sie sich in Ihren Aussagen auf ein Zitat aus einem Werk der am Schluss angehängten Literaturliste, so geben Sie bitte im Text die Quelle so [1] an.

Die angefügte Literaturliste führt die einzelnen Werke zum Thema wie folgt auf:

[1] Hasko F.; Fath, R.: Galvanotechnik 59 (1968) 1, S. 32-36

[2] Ebneith, H.: Angew. Makromol. Chemie 136 (1985) 4, S. 65-94

usw.

#### Anforderungen an die Bilder

Diese fügen Sie bitte separat bei und arbeiten sie nicht in den Text ein. Sie sollten in einem gängigen Bildformat abgespeichert sein, also z. B. als .jpg, .tif, .bmp usw. Auch die Vektorgrafik-Formate .eps, .pdf oder .cdr sind möglich. Schwarzweiß- oder Farbbilder sollen 300 dpi Auflösung haben, Strichzeichnungen (z. B. Kurvenverläufe) 600 dpi. Bitte kennzeichnen Sie die Bilder wie in den entsprechenden Textstellen und in den Bildunterschriften genannt: Abbildung 1, Abbildung 2 usw.

#### Weitere nützliche Hinweise

Bitte halten Sie den Titel Ihres Werkes knapp: „Die galvanische Zinkabscheidung unter besonderer Berücksichtigung von Temperatur, Stromstärke und Beschaffenheit...“ ist zwar gängig, aber viel zu lang. Stattdessen raten wir, sich auf „Die galvanische Zinkabscheidung“ zu beschränken und die dazu wichtigen Parameter im Abstract zu erwähnen.

Die Gliederung des Textes (Zwischenüberschriften) sollte straff und übersichtlich sein. Zu viele Unterpunkte verwirren. Die Zwischenüberschriften werden mit arabischen Ziffern gekennzeichnet (1 1.1 2 2.1 usw.).

Bitte weder Ich- noch Wir-Form verwenden und die Leser nicht direkt ansprechen („Wenn das Problem x auftritt, erhöhen Sie einfach den ...“).

Bitte verwenden Sie nur gängige Abkürzungen, die nicht zu Verwechslungen führen können.

Die Verwendung von Fußnoten macht einen Text schwer lesbar, bitte greifen Sie nur darauf zurück, wenn sich keine andere Lösung findet.

Bitte rechnen Sie im Ausland verwendete Größen in bei uns gängige Größen um, z. B. Zoll in Zentimeter oder das amerikanische Pound in Kilogramm.

Dimensionen sollten im internationalen Maßsystem (SI) angegeben werden.

Vor der Drucklegung erhält jeder Autor einen Korrekturabzug, um den Beitrag zu autorisieren.