

Kleine Ursache, große Wirkung

Nano-Beschichtungen für die Galvanikindustrie

Helmut Schmidt, Saarbrücken

Nanopartikel können Beschichtungen besondere Eigenschaften verleihen. Bei einer entsprechenden Optimierung dieser Partikel können sie in galvanische Prozesse integriert werden.

Nanostrukturierte Materialien weisen besondere Eigenschaften sowohl im Hinblick auf ihre Endprodukte als auch im Hinblick auf die prozesstechnische Verarbeitung auf. Von Bedeutung ist die Herstellung von Nanopartikeln, deren Verarbeitung und das Abscheiden von Nanopartikeln selbst oder nanopartikelhaltigen Systemen in Form von Schichten.

Nanopartikelherstellung

Die Nanopartikelherstellung im Sinne prozesstechnisch verarbeitbarer Partikel

steht im Mittelpunkt vieler Forschungsarbeiten. Es laufen Untersuchungen zur Herstellung in der Gasphase und in der flüssigen Phase. Die Herstellung in der flüssigen Phase zeichnet sich durch die Möglichkeit zur gleichzeitigen Oberflächenmodifikation und damit zur Beherrschung der Agglomeration und der Reaktivität von Nanopartikeln aus.

Dazu wurden Verfahren entwickelt [1], die auf einer kontrollierten Fällung aufbauen. Pilotanlagen verfügen über eine Leistungsfähigkeit von bis zu 50 kg/Tag. Das Prinzip basiert auf dem Einsatz von

Oberflächenmodifikatoren, die zur Partikeloberfläche eine feste Bindung eingehen und eine sehr kleine Molekülgröße aufweisen, so dass sie relativ wenig zur Partikelmasse beitragen.

Dieses Prinzip (SMSM = Small Molecule Surface Modification) wurde in der Zwischenzeit für eine Vielzahl von Nanopartikeln erfolgreich eingesetzt und ermöglicht es, die chemischen Oberflächeneigenschaften von Nanopartikeln breit zu gestalten. Es können polymerisierbare Partikel, Partikel mit sauren oder basischen Oberflächeneigenschaften, aber auch mit Eigenschaften, die zusätzliche Reaktionen beispielsweise mit biologischen Molekülen ermöglichen, hergestellt werden. Die kolloidchemischen Grundprinzipien sind in Bild 1 dargestellt. Bild 2 zeigt ZrO_2 -Nanopartikel, die mit Hilfe von Oberflächenmodifikatoren und eines Hydrothermalprozesses agglomeratfrei mit einem Druckmesser von 6-9 nm hergestellt wurden.

Zum Verarbeiten der Nanopartikel sind die Oberflächenmodifikationen interessant, da sie weitere Reaktionen der

Nanopartikel mit sich selbst oder mit einer Matrix ermöglichen. Ein sehr intensiv untersuchtes System stellt die Oberflächenmodifizierung mit Epoxygruppen oder Methacryloxygruppen dar, die bei ZrO_2 entweder über die Reaktion mit entsprechenden Epoxysilanen oder mit Carbonsäuren, wie der Methacrylsäure, realisiert werden kann.

Der Einbau von Zirkon- oder Aluminiumoxid-Nanopartikeln (die auf ähnliche Weise oberflächenmodifiziert werden) in den Lack beziehungsweise in die Lackmatrix führt zu Beschichtungen, die besondere Eigenschaften aufweisen.

Für Aluminium- und Aluminium/Magnesium-Legierungsoberflächen konnte ein Korrosionsschutz verwirklicht werden, der nach 8 000 h Salzsprühtest trotz eines durchgehenden Kratzers auf der Oberfläche keine Spuren von Korrosion oder Unterwanderung zeigte. Die Abriebfestigkeiten der Schichten reichen an die mit anodischer Oxidation erzeugten heran.

Die neuen Schichten sind mit einem zweiten Typ von Nanopartikeln [2] ausgestattet, die einen zusätzlichen Passivierungseffekt durch das Freisetzen von Passivierungskomponenten ermöglichen. Durch die Möglichkeit, über das ζ -Potential auf Oberflächenladungen Nanopartikel aufzubringen, bietet sich die elektrophoretische Abscheidung als Beschichtungsverfahren an [3].

In galvanische Prozesse integrieren

Entsprechende Untersuchungen an ZrO_2 haben gezeigt, dass es gelingt, ZrO_2 -Schichten mit einer „keramischen Grunddicke“ von bis zu 60 Prozent abzuschneiden. Die Beschichtungen lassen sich durch einen nachfolgenden Sinterprozess zu keramischen Schichten verdichten. Bei einer entsprechenden Optimierung der Partikel, besteht die Möglichkeit, diese in galvanische Prozesse zu integrieren und Komposite wie Cermets (ceramic + metal) abzuschneiden. Da die Prinzipien generalisierbar sind, steht einer stofflichen Variation nichts im Wege.

Eine andere Anwendung im Bereich der Galvanik resultiert aus den Eigenschaften superparamagnetischer Nanopartikel. Mit ihnen lassen sich magnetische Eigenschaften mehr oder weniger aus- und einschalten.

Werden sie in größeren Einheiten, beispielsweise in Glasparkeln, im Mikro-

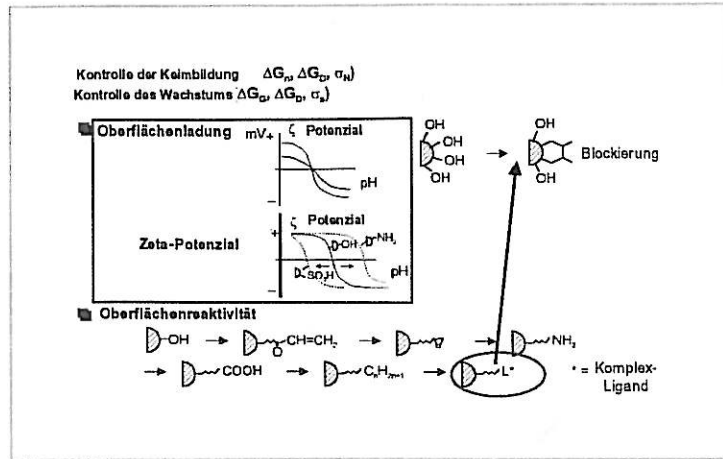


Bild 1. Grundprinzipien zur Herstellung von chemischen Nanopartikeln

meter-Bereich integriert, und diese Glaspartikel mit Rezeptoren für Schwermetalle versehen, lässt sich eine Verfahrenstechnik zum „Herausfischen“ von Schwermetallionen aus galvanischen Abwässern aufbauen. Mit diesem Prinzip wurden Systeme entwickelt, mit denen Chrom(III)-Ionen bis auf 5 ppm aus Abwässern entfernt werden können.

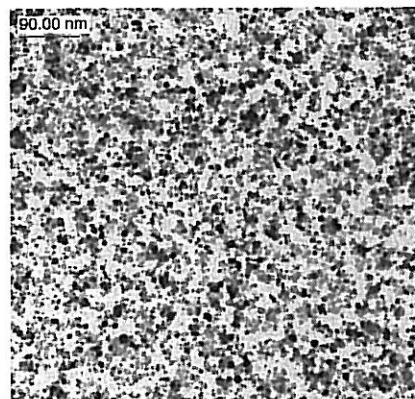


Bild 2. ZrO_2 -Nanopartikel mit einer Größe von 6 bis 9 nm

Potenziale

Das Verwenden von Nanopartikeln im Umfeld der Galvanotechnik steht erst am Anfang. Die konsequente Nutzung der werkstofflichen und prozesstechnischen Eigenschaften von Nanopartikeln ermöglicht die Entwicklung von Beschichtungen, die einerseits in der Lage sind, über galvanische oder ähnliche Verfahren neue Komposite auf Oberflächen abzuschneiden, oder die in der gesamten galvanischen Prozesstechnik eingesetzt werden können.

Literatur

- 1 H. Schmidt: „Relevance of sol-gel methods for synthesis of fine particles“, *Kona Powder and Particle* (1996) 14, S. 92-103
- 2 H. Schmidt, P. Müller, C. Dittfurth, S. Albayrak, A. Puhl: „Sol-gel derived nanocomposite materials for corrosion protection of aluminium alloys“, *Proc. Eurocorr 2000: Past Successes - Future Challenges 2000*
- 3 H. Schmidt: „Elektrophoretische Abscheidung von Al_2O_3 aus nichtwässrigen Suspensionen“, *Praxis der Naturwissenschaften - Chemie; Themenheft: Glas, Porzellan, Silicate* (1990) 8, 39, S. 34 - 37

Der Autor dieses Beitrags

Prof. Dr. Helmut Schmidt, Jahrgang 1941, studierte an der TU München Chemie. 1974-75 folgte ein Post-doc an der FU Berlin und an der Northwestern University Evanston, Illinois, USA. Seit 1990 hat er eine Professur an dem Lehrstuhl für Werkstoffwissenschaften an der Universi-

Kontakt

INM
Institut für Neue Materialien gem.
GmbH
66123 Saarbrücken
Tel. 06 81 / 93 00-312
Fax 06 81 / 93 00-223
www.inm-gmbh.de

tät Saarbrücken. Er ist geschäftsführender Direktor des Instituts für Neue Materialien (INM) in Saarbrücken.