

Trends in der Nanotechnologie

Eine Technologie mit hohem Nutzungspotenzial

Die chemische Industrie gehört noch immer zu den Erfolgsfaktoren des Wirtschaftsstandortes Bundesrepublik Deutschland, auch wenn das in weiten Bereichen der Bevölkerung nicht ausreichend oder nicht mehr erkannt wird. Besonders im Hinblick auf Werkstoffe ist dies kaum zu übersehen, da wir, wo wir hingreifen, auf Materialien stoßen, die direkt oder indirekt chemische

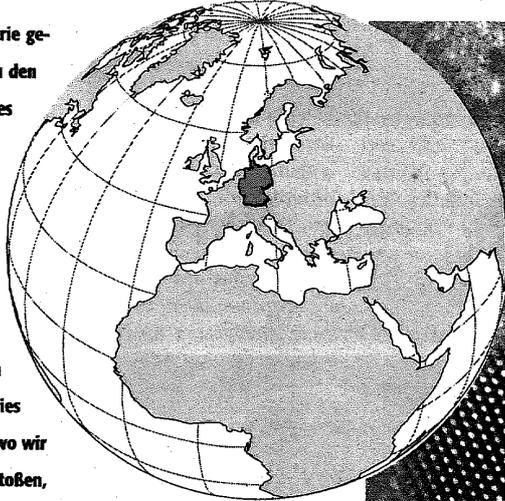
Prozesse durchlaufen haben oder auf Werkstoffen aufbauen, die über chemische Prozesse hergestellt worden sind. Vor dem Hintergrund des stetig wachsenden Wettbewerdrucks, sei es durch die hohe Kostenlast oder sei es durch das Aufholen des Technologievorsprungs in den traditionellen Bereichen durch Schwellenländer, wird die Notwendigkeit zur Innovation immer

wichtiger, wenn der Standort Deutschland gehalten oder sogar wieder ausgebaut werden soll.

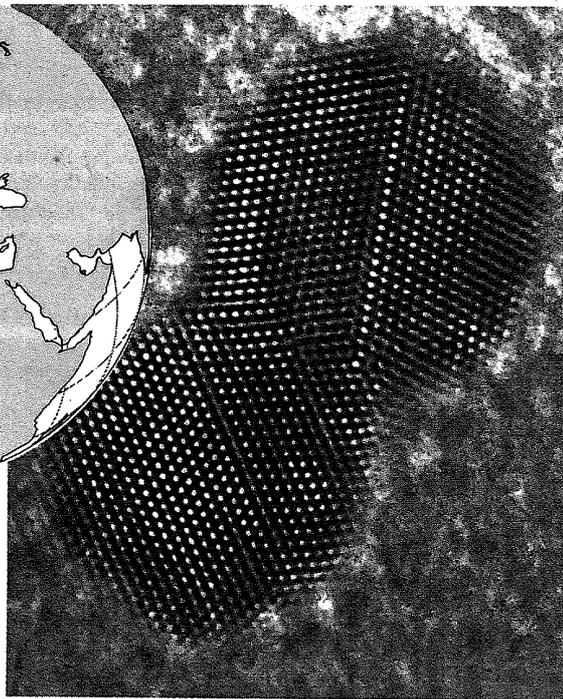
Ein in jüngster Zeit (zumindest in der Presse) boomendes Gebiet stellen die Nanotechnologien dar. Das interessanteste Potenzial für die chemische Industrie bieten dabei wiederum die Werkstoffe, weil sie als „enabling technology“ breit anwendbar sind und damit auch die Aussicht auf ausreichende Marktvolumina bieten. Die „nanotechnologischen“ Werkstoffe sind in aller Regel dadurch gekennzeichnet, dass sie auf Nanopartikeln als einen wichtigen Bestandteil aufbauen. In Tabelle 1 sind wichtige Fakten zur Verdeutlichung des Potenzials aufgeführt.

Das Beispiel „Optik“ zeigt, dass durch die bloße Eigenschaft „klein“, über die die Rayleigh-Streuung minimiert wird und damit Transparenz bei

homogener Dispersion (z.B. von keramischen Nanopartikeln in einer transparenten Polymermatrix) aufrechterhalten werden kann, eine Fülle von neuen Werkstoffen für die Optik zugänglich ist, weil die festkörperphysikalischen Eigenschaften der Partikel erhalten bleiben. Andere Anwendungsfelder für nanostrukturierte Werkstoffe sind kratzefeste Beschichtungen, UV- und IR-absorbierende Schichten sowie Funktionsschichten mit speziellen Eigenschaften wie z.B. photokatalytischen Eigenschaften, Easy-to-clean-Eigenschaften, Korrosionsschutzeigenschaften oder tribologischen Eigenschaften. Neue Eigenschaften von Polymeren durch die Integration von Nanopartikeln eröffnen ebenfalls neue Anwendungen, z.B. für die Konstruktion. In einem Projekt des BMBF mit einem Industriekonsortium und dem INM in Saarbrücken wird eine Polymermatrix-



Prof. Dr. Helmut Schmidt



Nanopartikel-Zwilling aus Gold mit sichtbarer kristalliner Atomstruktur, aufgenommen im INM unter dem hochauflösenden Transmissionselektronenmikroskop (TEM) (Bild INM)



Photochrome Oberfläche für vielseitige Anwendung (Bild Henning Christoph)

technologie für die Anwendung von Nanokompositen als Tiefziehwerkzeug für die Automobilindustrie an Stelle von Metallformen entwickelt. Für in-vivo-Anwendungen werden Nanopartikel als Gen- und Drug-Carrier entwickelt: So geht z.B. in Bälde eine nanopartikelbasierte neue Tumorthherapie, bei der superparamagnetische Fe_2O_3 -Nanopartikel selektiv in Tumorzellen eingeschleust und diese dann durch Anlegen von magnetischen Wechselfeldern erhitzt und abgetötet werden, in die klinische Prüfung. Diese sehr speziellen Nanopartikelsuspensionen wurden vom INM entwickelt, die Herstellung in ein nach den Regeln des Medizinproduktegesetzes arbeitendes Verfahren überführt, und von der Magforce/Charité in Berlin wird eine Therapie für die Anwendung am Patienten aufgebaut. Diese wenigen Beispiele zeigen, dass der Herstellung und der Anwendung von Nanopartikeln in der Zukunft eine immense Bedeutung zukommt. Dazu müssen jedoch Verfahren entwickelt werden, die eine qualitätsgesicherte Herstellung zu vertretbaren Kosten und in einer ausreichenden Menge gewährleisten. Dazu gehört, dass die Nanopartikel agglomeratfrei hergestellt werden, und dies lässt sich nur durch eine bei der Herstellung aufgebrauchte chemische Oberflächenmodifizierung erreichen, die auch gleichzeitig die gewünschten chemischen Reaktivitäten der Partikel ermöglicht (z.B. Polymerisierbarkeit von keramischen Partikeln). Dazu müssen neue Verfahren entwickelt werden, die diese Anforderungen in rationeller Weise erfüllen. Ein Ansatz dazu ist die Fällung in Lösung, wenn dies unter Bedingungen erfolgt, bei denen Nukleation und Wachstum der Partikel präzise kontrolliert werden. Der eleganteste Weg verknüpft die Einstellung der chemische Oberflächereaktivität mit der deagglomerierenden Wirkung der Oberflächenmodifikatoren. In analoger Weise sind Verfahren erforderlich, die eine rationelle Verarbeitung zu Werkstoffen ermöglichen, weil dies mit den konventionellen

Tabelle 1. Einige grundlegende Eigenschaften von Nanopartikeln, sich daraus ergebende Anwendungen und das Potenzial der Chemie für diese Technologie

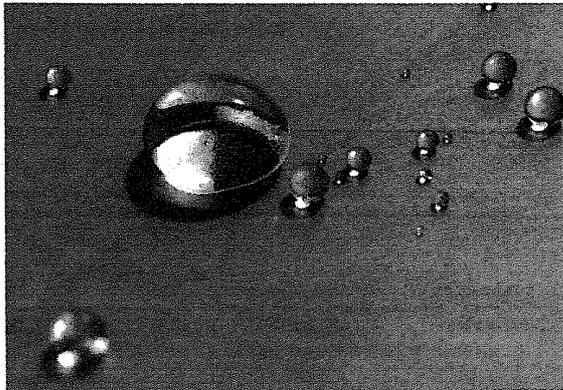
Nanopartikel-Eigenschaften:

- „klein“: > keine Lichtstreuung > neue Werkstoffe für die Optik
- Quanteneffekte: > Werkstoffe für die Nachrichtentechnik, Datenspeicherung; NLO, spezielle magnetische Eigenschaften
- große Oberfläche: > Katalysatoren, Adsorbentien, Membranen, niedrig sinternde Keramiken
- große Grenzfläche: > neue Polymermatrix-Nanokomposite mit neuen Eigenschaften

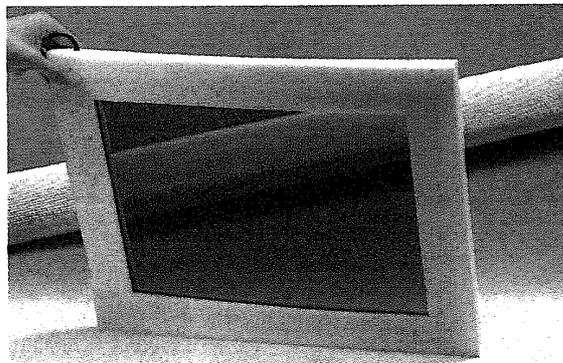
Die chemische Synthese als Werkzeug:

- Potenzial zur preiswerten Herstellung durch die chemische Verfahrenstechnik: > Domäne der Chemie bei ausreichend großen Märkten
- rationelle Verarbeitung nur in flüssiger Phase möglich
- toxikologische Problematik bei "nasser" Herstellung und Verarbeitung eliminierbar
- chemische Maßschneidung der Nanopartikel möglich

Anlagen (z. B. bei der Kom-poundierung) nicht mehr oder nicht mehr optimal gelingt. Die gesamte Prozesskette, von der Herstellung über die Verarbeitung und zum Teil bis zur Applikation, bedarf einer den Erfordernissen der neuen Werkstoffeigenschaften angepasste Verfahrenstechnik, die im applikationstechnischen Bereich zunehmend individueller Speziallösungen bedarf. Ein Beispiel stellt die vom INM entwickelte Beschichtungstechnik von feinen Pulver mit Nanopartikeln über eine Sprühtrocknungsvariante für einen diagnostischen Anwendungszweck dar. Hier werden dem Anlagenbau in der Zukunft eine Fülle von neuen Aufgaben erwachsen, was jedoch Hand in Hand mit der Entwicklung neuer Werkstoffe und Applikationstechniken gehen muss: Heute stehen z. B. für den chemische Apparatebau eine Reihe von Beschichtungstechniken zur Verfügung oder werden entwickelt, die interessante Perspektiven bieten z. B. Easy-to-clean-Beschichtungen für die Lebensmittelindustrie, hochkorrosionsbeständige Dünnglasschichten für Edelstahl, Hartbeschichtungen auf Nanokompositbasis für Polymere. Zur Herstellung von Nanopartikeln, die die



Antihaftoberfläche, die Teflon in den Schatten stellt (Bild Becker & Bredel)



Elektrochrome Fensterscheibe für Architektur und Automobil (Bild Becker & Bredel)

oben genannten Anforderungen (Oberflächenmodifikation und Agglomeratfreiheit in einem Schritt) erfüllen können, könnte ein vom INM entwickeltes Pilotverfahren dienen:

In einem hydrothermal arbeitendem Durchflussreaktor erfolgt Fällung und Oberflächenmodifikation simultan. Die Leistung beträgt 25 kg modifiziertes

ner Nutzung steht. Einer der wesentlichen zu überwindenden Engpässe ist die Verfahrenstechnik, zu der der Anlagenbau einen wichtigen Beitrag leisten muss.

Pulver/8 h. Die Trocknung zum Pulver wird jedoch nur in den seltensten Fällen erforderlich, da die Weiterverarbeitung als Paste oder Masterbatch viel vorteilhafter ist. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Potenzial neuer chemischer Nanotechnologien erst am Anfang sei-

► Prof. Dr. Helmut Schmidt
geschäftsführender Direktor und
wissenschaftlicher Leiter des INM
(Bild Reiner Blum)
Leibniz-Institut für Neue Materialien gem.
GmbH, Saarbrücken
Tel. 0681-9300-312/313/395
Fax 0681-9300-223
schmidt@inm-gmbh.de
www.inm-gmbh.de

Science 4 Life
Die Gründerinitiative

Hilfe auf dem Sprung
in die Selbstständigkeit

Bundesweiter Businessplan-Wettbewerb

Sie haben eine Geschäftsidee im Bereich Life Sciences oder Chemie?
Wir unterstützen Sie bei der Entwicklung Ihres Geschäftsmodells
Sie gewinnen Know-how, Kontakte und Geldpreise

Teilnahme und Beratung sind kostenlos

Einsende-
schluss
Konzeptphase
07.02.03

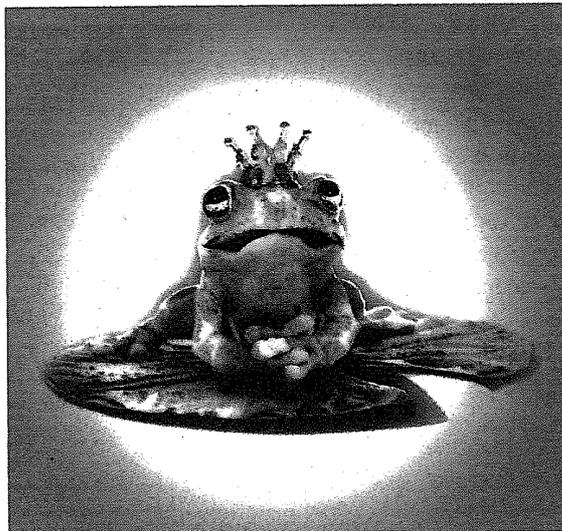
Infos unter:
www.science4life.de
☎ 0611 / 77 44 77



Lebendige Netzwerke für Start-ups

Ein möglichst engmaschiges Netz aus Kontakten zu gleichgesinnten Unternehmen ist – insbesondere für Start-ups – überlebenswichtig.

Science4Life ist ein gutes Beispiel für ein solches Netzwerk: 1999 als Businessplan-Wettbewerb für Life Science und Chemie gestartet, hat sich Science4Life inzwischen zu einer Gründerplattform weiterentwickelt. Junge Biotechnologie Start-ups aus ganz Deutschland treffen auf erfahrene Manager großer Pharmaunternehmen und



Experten aus den Bereichen Finanzen, Marketing und Kommunikation. Mehr als 100 namhafte Unternehmen gehören Science4Life an. Das Netzwerk ist längst fester Bestandteil der Existenzgründerlandschaft in Deutschland. Viele Fragen, die in einem jungen Unternehmen auftauchen, können aus dem Erfahrungspool der Mitglieder beantwortet werden. Zugleich finden sich in dieser Runde oftmals erste Kooperationspartner und Kunden. Besonders interessant sind Kontakte zu „alten Hasen“ der Branche sowie Experten aus der Finanz- und Marke-

tingwelt. Mit ihnen können Gründer ihre Ideen und Strategie reflektieren. Das Netzwerk wird so zu einem wichtigen Tool, Fehler zu vermeiden und frühzeitig die Unternehmensstrategie zu optimieren.

► Infos: www.science4life.de
Patrick Schmidt-Kühnle
Genius Biotechnologie GmbH, Darmstadt