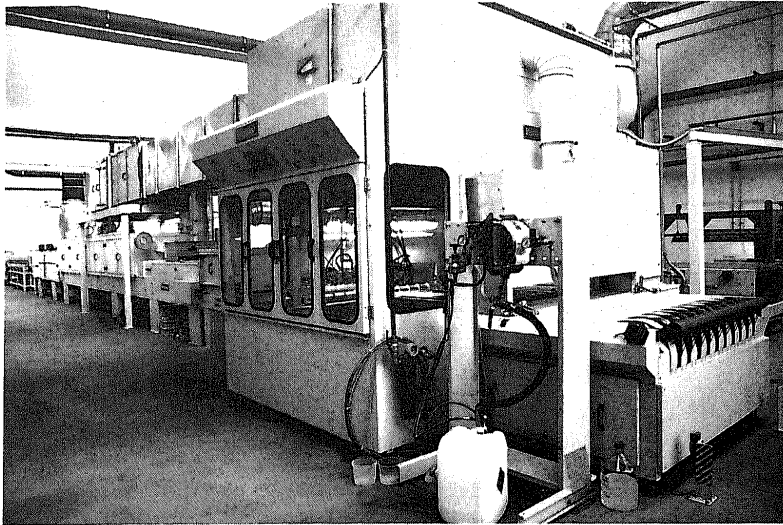


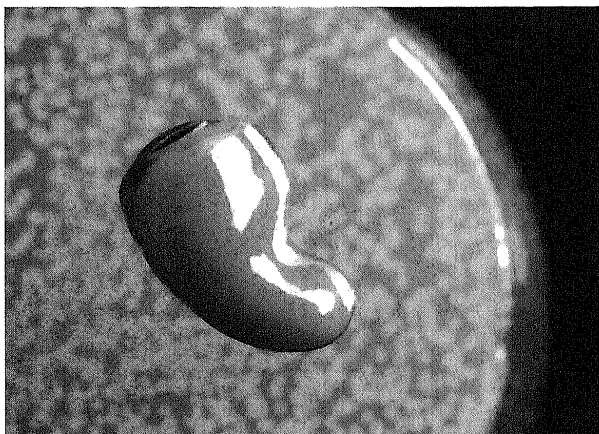


**Bild 3**  
Industrielle  
Beschichtungs-  
anlage im NMO



Erfahrung war ihm auch klar, dass neue Materialentwicklungen im Mittel zehn Jahre brauchen, bis sie im Markt Eingang finden. Für diese „long time to market“-Technologie war also ein langer Atem notwendig, der auch hinsichtlich der Finanzierung abgesichert werden musste. Das war eine Herausforderung für den Manager Schmidt, dem es gelang, seither über EUR 130 Mil. vom Land Saarland, dem Bundesforschungsministerium und der EU wie auch von der Industrie in den Saarbrücker Technologieaufbau einfließen zu lassen. Zunächst hatte das Land Saarland die Grundfinanzierung getragen. Bereits 1993 wurde das INM vom Wissenschaftsrat für die „Blaue Liste“ (heute *Leibniz-Gemeinschaft*) empfohlen. Das sind selbstständige wissenschaftliche Einrichtungen, deren Arbeiten aus nationalem Interesse vom Bund gefördert werden. 1999 wurde das INM in die Leibniz-Gesellschaft aufgenommen und erhält seitdem ca. 60 % der Grundfinanzierung vom Bund. Die erste Industrieanwendung für Forschungsergebnisse des INM wurde bereits 1993 erreicht. Aus

**Bild 5**  
Weltweit erstes  
keimfreies  
Im-Ohr-Hörgerät



solchen Erfolgen konnte ein Zubrot durch Lizenzen erwirtschaftet werden. Schmidt's Anliegen ist es, die Spanne „time to market“ so überschaubar wie möglich zu halten und schon in einem sehr frühem Stadium der Projekte Marketingaspekte zu berücksichtigen. Das wird durch intensive Industriekontakte realisiert, die auch in der Infrastruktur institutionalisiert sind:

- **Anwenderzentrum NMO (Neue Materialien für die Oberflächentechnik):** Das ist ein Profit-Center des INM, das sich auf Nanooberflächenanwendungen für den Mittelstand konzentriert (Bild 3).
- **European Center for Product Innovation and Coatings (EPC):** Ein Spin-off des INM, das neue Produkte mit Nanowerkstoffen entwickelt. Es war ein JV zwischen dem INM und dem TNO/NL, das jetzt voll privatisiert ist und sich selbst trägt.
- **Kompetenzzentrum Nanotechnologie für neue Werkstoffe CC NanoChem („Funktionalität durch Chemie“):** Es wird vom Bundesforschungsministerium gefördert und erleichtert Verbundprojekte von Industrie und Forschung.

Die gemeinnützige Forschungs-GmbH INM (51 % Uni Saarland, 49 % Land Saarland) hat inzwischen über 90 Basiserfindungen der chemischen Nanotechnologie zum Patent angemeldet und gilt damit heute bei der Umsetzung neuartiger Nanowerkstoffe als weltweit die Nr.1.

Die Nanotechnologie lässt sich auf unterschiedliche Weise quer durch die Industrie anwenden (z.B. Elektro- und Energietechnik, Chemie, Life Science, Anlagenbau, Umwelttechnik, Glas und Keramik, Elektronik und Optoelektronik). Daher wird im



**Bild 4** Anlagen zur Nanomerherstellung im INM

INM in hohem Maße interdisziplinär gearbeitet. Es sind zwar Arbeitsschwerpunkte für einzelne Abteilungen definiert, aber die ca. 200 Mitarbeiter sind letztlich in eine Matrixorganisation eingebunden, die projektspezifisch genutzt wird. Mit Industrieaufträgen wurden inzwischen über EUR 45 Mio. Umsatz erzielt. Nicht nur Großunternehmen wie Bayer, BASF, Bosch, Siemens, Infineon und VW arbeiten mit dem INM, sondern auch viele deutsche Mittelstandsfirmen (etwa 70 % des Kundenstamms) gehören zu den inzwischen über 100 aktiven Projektpartnern ebenso wie bekannte Konzerne in Amerika und Fernost.

## Nanotechnologie begleitet bereits unseren Alltag

Prof. Schmidt erläutert uns, dass die chemische Nanotechnologie bei der Werkstoffentwicklung mehrere neue Freiheitsgrade eröffnet. Man kann Nanopartikel erstens aus vielen Stoffen herstellen und zweitens vielfältig mit organischen oder anorganischen Stoffen beschichten. Drittens lassen sich die beschichteten Nanos in vielfältige molekulare Netzwerke chemisch einbinden. In diesen Nanokompositen können die Forscher viertens den Verbund der gigantischen Oberfläche der Nanopartikel (pro Kubikzentimeter Material 100 Quadratmeter und mehr) speziell designen. Und schließlich lassen sich auch noch durch die Art der Verarbeitung neue Eigenschaften kreieren.

Nanotechnologie muss nicht unbezahlbar sein. So bietet das INM auch die weltweit erste kostengünstige

Nanotechnologie auf der Basis des chemischen Sol-Gel-Prozesses zur Herstellung von Fensterscheiben, die elektrisch gesteuert stufenlos abdunkeln. Durch Entwicklung eines speziellen transparenten Nanokomposits können diese Fenster nicht nur plan in der Architektur, sondern auch gewölbt im Fahrzeug- und Automobilbau eingesetzt werden, um die Sonnenhitze und auch neugierige Blicke zu dimmen. Ein großer neuer Weltmarkt wird erkennbar, der auch zu erheblichen Energieeinsparungen führen dürfte.

Die *Audio Service GmbH*, einer der führenden Hersteller von Hörgeräten, brachte vor kurzem in Kooperation mit dem INM das weltweit erste keimfreie Im-Ohr-Hörgerät (Bild 5) auf den Markt, bei dem keine Entzündungen im dicht verschlossen Gehörgang mehr auftreten. Das INM hatte eine universell einsetzbare Oberflächenbeschichtung, die die Antihafwirkung einer Easy-to-clean-Schicht mit einem keimtötenden Effekt kombiniert, appliziert.

Dieser hauchdünne transparente Lack lässt sich ebenfalls vielfältig einsetzen (z. B. von Krankenhäusern und Arztpraxen oder der Lebensmittelindustrie).

Der neue deutsche Scheckkartenführerschein, von der Berliner Bundesdruckerei jährlich zu Millionen hergestellt, hat eine glasklare, besonders kratzfeste Oberfläche. Durch diese hindurch wird er per Laser fälschungssicher mit Bild und Daten des Eigentümers beschrieben. Die gute Wärmeleitfähigkeit des eingesetzten  $Al_2O_3$ -Nanomere verhindert die "Hot Spot"-Bildung. Der High-Tech-Versiegelung kann der brennende Lichtstrahl nichts anhaben.

Ein Biologe der Berliner Charité, *Dr. Andreas Jordan*, entwickelt mit dem INM eine neuartige sanfte Krebstherapie, die sogenannte Magnetic Fluid Hyperthermia (MFH), bei der Tumore ohne Operation gezielt abgetötet werden. Nanopartikel aus Eisenoxid werden auf raffinierte Weise gezielt in die Tumorzellen geschleust. Anschließend werden die gespeicherten Teilchen durch ein äußeres Magnetfeld (Bild 6) magnetisiert und erwärmt – die Tumorzellen bekommen gleichsam hohes Fieber und sterben ab. Im Tierversuch ist dies bereits Wirklichkeit: Bösartige Tumore verschwinden selbsttätig in wenigen Wochen. Inzwischen liegen schon erste positive Ergebnisse an einem bereits austherapierten Patienten vor. Die klinische Erprobung am Menschen hat begonnen.

Das US-Patent, das Forscher von *Roche Diagnostics* und INM 2001 erhielten, demonstriert eine andere Anwendung von Magnetpartikeln: Bei heute üblichen Aidsstests weist man frühestens drei Monate nach der Infektion menschliche Antikörper im Blut nach. Die Forscher von Roche und INM zielten dagegen direkt auf die Erbinformation des Aidsvirus, die in der Ribonukleinsäure (RNS) enthalten ist. Die Schlüsselfrage war: Wie kann man die RNS einer am Anfang extrem niedrigen Zahl von Aidsviren möglichst rein aus einer Blutprobe isolieren? Mit Hilfe von Nanopartikeln, die die RNS anziehen, an ihrer Oberfläche konzentrieren und so nachweisbar machen, brachte Roche Diagnostics einen neuartigen Aidsstest für die Forschung auf den Markt, der viel früher anspricht als bisherige Methoden.

Die ersten kompakten Katalysatoren mit nanoporöser Oberfläche beseitigen in Haushaltsgeräten seit April 1999 organische Gerüche. Das Beschichtungsmaterial enthält keine Edelmetalle, sondern kostengünstige Metalloxide. Bei Haushaltsgeräten wird seit 1999 auch eine Hartbeschichtung für pulverlackierte Stahlbauteile angewendet. Das Nanokomposit wird durch Sprühen aufgebracht.

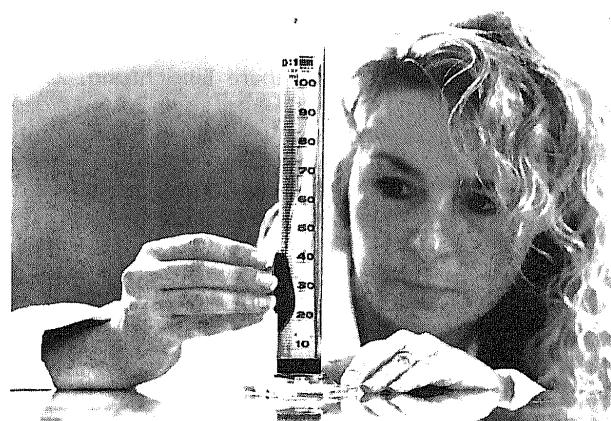
Schmutzabweisende Beschichtungen von Produkten aus Sanitärkeramik werden heute von den meisten führenden Sanitärherstellern angeboten. Die *Nanogate GmbH*, die aus einem Spin-off des INM hervorgegangen ist, hat dies für die *Duravit AG/D* umgesetzt (siehe dazu *cfi/Ber. DKG 79 (2002) [6-7] E36*)

Drucklos gesintertes SiC konnte schon vor Jahren im INM hergestellt werden, weil nanodispers der Kohlenstoff vor dem Sintern an den Korngrenzen verteilt wurde (Bild 7). Korngrenzen können mittels Nanos gezielt designed werden, auch Porositäten können definiert eingestellt werden. Die Korrosionsanfälligkeit von nichtoxidischen Werkstoffen kann entscheidend minimiert werden.

Mit derartigen Projekten, die hier nur auszugsweise aufgelistet sind, ist es gelungen, etwa 40 % des Etats des INM aus Drittmitteln zu finanzieren. „Nanomere“ ist ein inzwischen ein eingetragenes Warenzeichen.

## Kann Deutschland langfristig international mithalten?

Zwischen amerikanischen und deutschen Fördersummen liegen Welten.

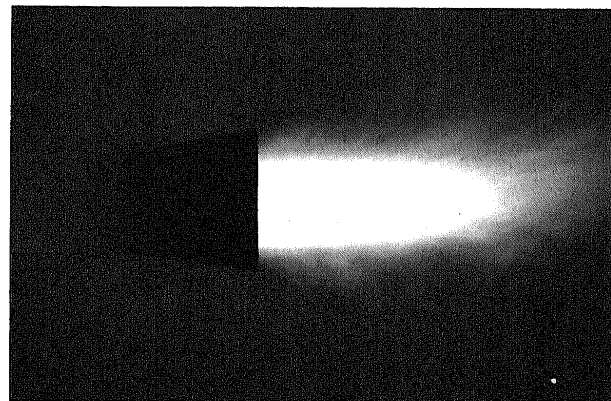


**Bild 6**  
Nanopartikel aus Eisenoxid helfen, den Krebs zu besiegen

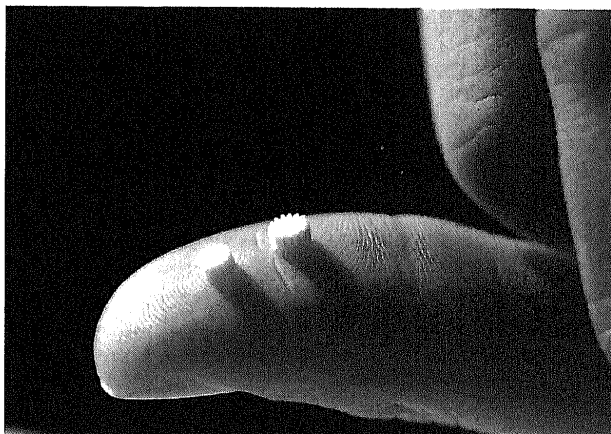
Allein im Jahr 2001 gab die US-Regierung USD 500 Mio. für Nanotechnik aus, während das Bundesforschungsministerium EUR 75 Mil. für bundesweit sechs Nano-Kompetenzzentren über fünf Jahre verteilte. Eingangs sind die Pläne der USA zitiert, die aussagen, dass die Forschungsaktivitäten in den nächsten Jahren noch eine Dimension zulegen sollen, um international die Marktführerschaft für die USA zu sichern.

Potenziert werden diese Probleme durch den falschen Einsatz der knappen Mittel, sagt Prof. Schmidt. „Deutschland setzt zu einseitig auf Grundlagenforschung – verheerend bei einer Technik, die erst in der

**Bild 7 (oben)**  
Drucklos gesintertes SiC-Brennerrohr



**Bild 8 (unten)**  
Bauteile, im Mikro-CIM-Prozess geformt



industriellen Anwendung ihr ganzes Potenzial entfaltet“.

Für das INM ist das NMO eine unverzichtbare Einrichtung. Z. B. können dort in einer 20 m langen Sprühstraße unter Produktionsbedingungen Stahlbleche mit einer transparenten Korrosionsschicht aus Nanomaterialien versehen werden. Für die Forscher sind die Einrichtungen des NMO nicht nur hinsichtlich des Scale-up der Entwicklungen wichtig. Es ist auch ein wichtiges Marketinginstrument, um interessierte Firmen zu überzeugen. Schließlich kann hier auch für Kunden zeitweise eine Pilotfertigung installiert werden.

Die die Top-down Strategie umfassende Grundlagenforschung für eine breite Know-how-Basis auszuführen, um diese dann mit Industriepartnern in Produkte und Technologien umzusetzen, ist das Erfolgsgeheimnis des INM. Auch Anpassungsentwicklungen für spezielle Industrieanwendungen gehören dazu. Das Scale-up zur Produktionsreife berücksichtigt, dass kostengünstige Verfahren eingesetzt werden können.

Die Infrastruktur ist somit auf den richtigen Weg gebracht, aber Markterfolge müssen sich immer auch an einer Zeitschiene messen. Technologieführerschaft führt ja nicht zwangsläufig zu einer Marktführerschaft. Global Marketing ist ebenfalls ein wichtiges Anliegen von Prof. Schmidt. Der Schweizer Konzern Bühler vertritt das INM in mehr als 140 Ländern. In Japan hat das INM eine strategische Kooperation mit

dem Itochu Sanki-Konzern vereinbart. Sie hilft dem INM, den Weg zu japanischen Großkonzernen zu ebnen.

Die Initiative EJPAC verbindet die Saarbrücker zusätzlich mit Japan. Das ist die „European-Japanese Initiative on Photocatalytic Applications and Commercialization“, die sich mit der Forschung und Anwendung, aber auch der Vermarktung und Standardisierung von photokatalytischen Systemen befasst. Ende September 2003 fand der dritte gemeinsame Workshop mit Referenten aus Europa und Japan in Saarbrücken statt (*Bericht wird in cfi12/2003 erscheinen*). Im Focus standen Themen über Beschichtungen für saubere und keimfreie Oberflächen sowie die Wasser- und Luftreinigung.

Die Keramik soll in den nächsten Jahren im INM auch wieder stärker vertreten sein. Es wurde ein neues Team geschaffen, das sich mit Ceramic Engineering, Synthese und Feinstmahlen von keramischen Nanos sowie nicht-thermodynamischer Glaskeramik befasst. Ein umfangreiches Gebiet sind für Prof. Schmidt die dotierten Keramiken, die durch Nanostrukturierung neue Dimensionen bekommen können, weil mittels der anorganischen Kolloidchemie sehr homogene Gefügequalitäten und gezielt gestaltete Korngrenzen möglich werden. So kann die Nanotechnologie auch für die Keramik zum Innovationsgenerator werden. Das INM wird heute international hoch geschätzt. Wichtige Industriekontakte sind bereits auf globaler

Ebene installiert. Die Reihe von erfolgreichen Projekten, auch mit der mittelständischen Industrie, sind eine gute Referenz. Beispielhaft ist der eingeschlagene Weg, Forschung mit Marketing zu koppeln, um den wichtigsten Faktor für wirtschaftlichen Erfolg – die Zeit – in den Griff zu bekommen. Zu wünschen ist Prof. Schmidt, dass der Erfolgskurs weitergeht und dass er nicht als Prophet im eigenen Land überhört wird, da er für viele Industriezweige der deutschen Wirtschaft Projekte anbieten kann, die mittelfristig zur Standortsicherung der mitunter stark gebeutelten deutschen Industrie beitragen könnten. Inzwischen liegt die Bewilligung des BMBF für die dritte Stufe des Nanokompetenzzentrums „CC NanoChem“ vor, das vom INM nun in Alleinregie zusammen mit dem IBMT (*Prof. Dr. Günter Fuhr*) und dem Lehrstuhl für metallische Werkstoffe (*Prof. Dr. Jürgen Breme*) als Partner geleitet wird. Damit steht dem INM ein hervorragendes Instrumentarium zur Verbreitung der neuen Technologien zur Verfügung.

### Literatur

- [1] European White Book of Fundamental Research in Materials Science, MPI Stuttgart, ISBN 3-00-008806-7, S. 171
- [2] Deutschland auf Platz 2, VDI Nachrichten 31.05.2002
- [3] Opportunities in Nanostructured Materials, GB 201 A-C, Business Corporation Co. Inc.
- [4] „Aktuell“, Physik Journal 2 (2003) [7/8] S.12

**Wer liefert was in der Keramik-Industrie?**

**Spezialisten  
suchen & finden**



**ESD**

[www.cfi-web.de](http://www.cfi-web.de)

ESD European Suppliers Directory