





„Mikro“ ist das Innenleben des Reaktors mit mehreren 10000 Mikrokanälen

speziellen Nickel-Legierung gefertigt wurde, konnte DSM beim oberösterreichischen Landespreis für Innovation im Jahr 2005 den zweiten Platz belegen. „Nicht gerade ‚Mikro‘ sollte man meinen – aber die Vorsilbe ‚Mikro‘ bezieht sich hier auf das Innenleben des Reaktors“, erläutert Dr. Klaus Schubert, Leiter des Instituts für Mikroverfahrenstechnik. „In Mikromischern“, so Schubert weiter, „werden bis zu 1700 Kilo flüssiger Chemikalien pro Stunde zusammen geführt und anschließend in mehreren 10000 Mikrokanälen zur Reaktion gebracht. Die entstehende Wärme wird in Sekundenschnelle ebenfalls über Mikrokanäle abgeführt. Der Mikroreaktor bewältigt so mehrere 100 Kilowatt Wärmeleistung und zählt zur Weltspitze in der Mikroverfahrenstechnik.“ Mit der Neuentwicklung erzeugte die Firma DSM Fine Chemicals innerhalb von zehn Wochen über 300 Tonnen eines hochwertigen Produkts für die Kunststoffindustrie.

Die grundlegende Idee, chemische Reaktionen in Mikrokanälen ablaufen zu lassen, wurde Anfang der 90er Jahre im Forschungszentrum Karlsruhe geboren. Zahlreiche Universitäten, wissenschaftliche Organisationen und Industriefirmen forschen mittlerweile auf diesem zukunftssträchtigen Gebiet.

## Mikroreaktor zählt zur Weltspitze in der Verfahrenstechnik

Ein im Forschungszentrum Karlsruhe entwickelter Hochleistungs-Mikroreaktor von der Größe eines Kleinwagenmotors hat seine erste Bewährungsprobe in der chemischen Industrie mit Bravour bestanden.

Der Mikroreaktor wird für einen zentralen Reaktionsschritt eingesetzt, der vorher in einem Zehn-Kubikmeter-Rührkessel mit einer Mischung von mehreren Tausend Kilo giftiger Chemikalien erfolgte. „Im Vergleich zu unserer bisherigen Produktion hat der Karlsruher Mikroreaktor die Produktausbeute wesentlich gesteigert“, so Dr. Peter Pöchlauer, Pro-

jektleiter bei der Firma DSM Fine Chemicals GmbH in Linz, Österreich. „Wir konnten den Rohstoffverbrauch und die Abfallströme senken und gleichzeitig die Prozesssicherheit erhöhen. Mit diesen Ergebnissen wurden unsere Erwartungen mehr als erfüllt.“

Für den 65 Zentimeter langen sowie 290 Kilogramm schweren Mikroreaktor, der aus einer

### KONTAKT

Forschungszentrum Karlsruhe  
Institut für Mikroverfahrenstechnik  
Leitung Dr. Klaus Schubert  
Telefon 07247 82-3114  
E-Mail [info@imvt.fzk.de](mailto:info@imvt.fzk.de)  
[www.fzk.de/imvt](http://www.fzk.de/imvt)

## »»»» NEUES AUS DER FORSCHUNG

### »»» Interventionen im CT und MRT

In enger Kooperation mit der Firma INNOMEDIC GmbH (Herxheim) und dem Radiologen Professor Dr. Andreas Melzer (Fachhochschule Gelsenkirchen), entwickelte das Forschungszentrum Karlsruhe das weltweit erste Assistenzsystem für die Anwendung in Magnetresonanz- oder Computertomographen. INNOMOTION unterstützt Radiologen bei bildgesteuerten minimal invasiven Interventionen, in dem die Positionierung und Orientierung von Instrumenten vor dem Einführen präzise vorgegeben wird. Die Qualität wird so erhöht und die Zeit des Eingriffs verkürzt.  
[www.innomedic.de](http://www.innomedic.de)

### »»» Technikfolgen-Beratung

Zwischen dem Europäischen Parlament und dem Forschungszentrum Karlsruhe ist jüngst in Brüssel ein Vertrag zur Technikfolgen-Beratung unterzeichnet worden. Das Institut für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse wird als federführende Institution einer Gruppe von fünf europäischen Einrichtungen das EU-Parlament in Fragen der sozialen, ökonomischen und ökologischen Auswirkung neuer Entwicklungen beraten.

Für die Qualität des Karlsruher Angebots sprechen die ausgewiesenen Kompetenzen der fünf Partneereinrichtungen auf dem Gebiet der Technikfolgenabschätzung.  
[www.fzk.de/itas](http://www.fzk.de/itas)

### »»» Patentführerschein

Arbeiten Unternehmen auf der Basis von Innovationen, ist das schön. Schlecht ist, wenn sie nicht geschützt sind. Jetzt haben alle Interessierte die Möglichkeit, ihr Wissen rund ums Patent auszubauen. Virtuell können sich Wissenschaftler und Unternehmer fortbilden.

Für den Kurs verantwortlich zeigen sich die PROvendis GmbH (Mülheim an der Ruhr) und das Institut für Informations-, Telekommunikations- und Medienrecht der Universität Münster. Nach bestandener Prüfung erhalten die Absolventen den „Patentführerschein“. Die Kurse sind kostenlos.

[www.patentfuehrerschein.de](http://www.patentfuehrerschein.de)

## Grundlagenforschung ist der Motor für Innovationen

Helmholtz-Präsident Professor Jürgen Mlynek spricht über die Voraussetzungen für den Technologietransfer.

**RESEARCH TO BUSINESS:** Unser Newsletter wendet sich an die Wirtschaft. Welche Bedeutung messen Sie dem Technologietransfer der Helmholtz-Gemeinschaft bei?

**Professor Jürgen Mlynek:** Die Mission der Helmholtz-Gemeinschaft hat drei Punkte: erstens die Lösung drängender Fragen unserer Gesellschaft, das heißt, wir betreiben Vorsorgeforschung mit langem Atem, zweitens erforschen wir komplexe Systeme mit Hilfe von Großgeräten und Infrastruktur und drittens ist das der Transfer von Erkenntnissen in Wirtschaft und Gesellschaft. Der Technologietransfer hat damit eine ganz zentrale Bedeutung. Nur wenn es uns gelingt, Erkenntnisse in Anwendungen und damit auch in Arbeitsplätze umzusetzen, werden wir dauerhaft den Wohlstand in unserer Gesellschaft sichern.

Freiheit der Forschung oder marktorientierte Steuerung des FuE-Programms? Wie schafft man die richtige Balance zur Steigerung von Erkenntnissen und Innovationszahlen?

### ZUR PERSON

Jürgen Mlynek studierte Physik an der Technischen Universität Hannover und an der École Polytechnique in Paris. 1979 promovierte er zum Dr. rer. nat. und habilitierte 1984. Nach zehn Jahren Forschung und Lehre in Experimenteller Quantenoptik, Atomphysik und Oberflächenphysik zog es Mlynek in das Forschungsmanagement: Von 1996 bis 2001 war er Vizepräsident der Deutschen Forschungsgemeinschaft, von 2000 bis 2005 Präsident der Humboldt-Universität zu Berlin. 2005 wechselte Jürgen Mlynek an die Spitze der Helmholtz-Gemeinschaft.

Grundlagenforschung ist für mich der Motor für Innovationen, denn ohne Erkenntnis gibt es keine Anwendung. Wir müssen auch weiterhin den Mut haben, in scheinbar anwendungsferne Forschung zu investieren. Wenn jedoch in einer Entdeckung Anwendungspotenzial steckt, so müssen wir dieses auch ausschöpfen.

Innovation bedeutet Umsetzung von Ergebnissen. Was kann die Forschung tun, was die Wirtschaft, damit aus Erfindungen oder Entdeckungen vermehrt konkrete Anwendungen erwachsen?

Patentschutz und die Vermarktung von geistigem Eigentum sind eine wesentliche Voraussetzung. Hier können und müssen wir noch besser werden, denn noch immer verstaubt zu viel Know-how ungenutzt in der Schublade. Dazu bedarf es zum einen geeigneter Strukturen, vor allem jedoch eines Mentalitätswechsels. Patentrezepte haben wir da bisher nicht. Die größte Herausforderung sehe ich darin, die Kluft zwischen akademischer Forschung und industrieller Entwicklung zu überwinden.

Welche Rolle sollte die Wirtschaft im Rahmen der FuE-Planung spielen oder anders gesagt, wie viel Öffentlichkeit braucht die Wissenschaft?

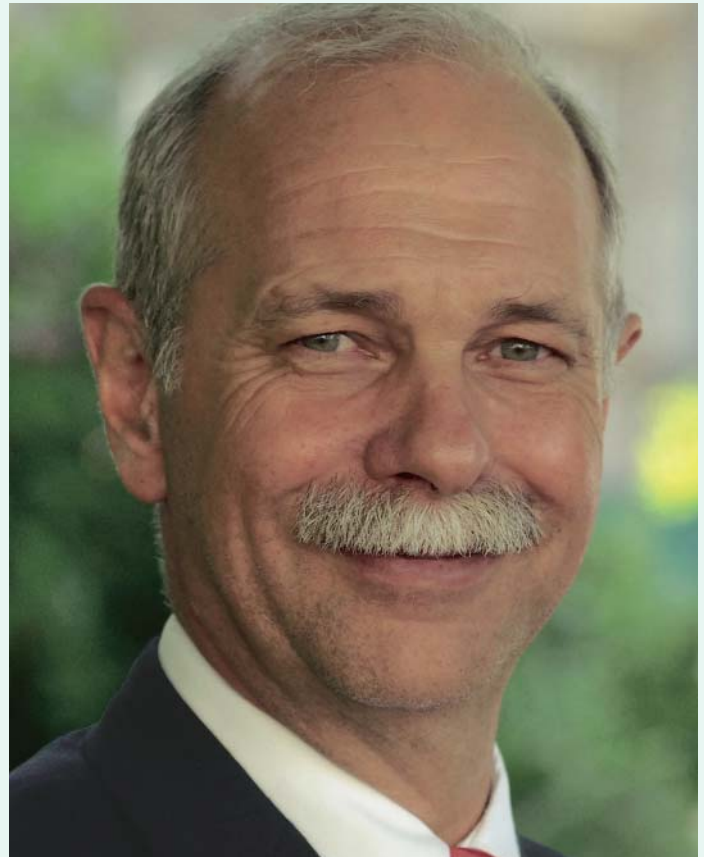
Wir brauchen eine Grundlagenforschung, die auf Exzellenz setzt und sich im internationalen Wettbewerb behauptet, die sich auf das Wechselspiel zwischen Forschung und Anwendung einlässt und in diesem Sinne anwendungsinspirierte Grundlagenforschung ist. Bei der strategischen Planung solcher Programme sind aus meiner Sicht Anregungen der Wirtschaft ebenso wertvoll wie die Orientierung an den Bedürfnissen von Gesellschaft und Wissenschaft.

Über welche Anreizsysteme sollte man zur Förderung des Technologietransfers der Helmholtz-Gemeinschaft nachdenken?

Wie schon gesagt. Die größte Herausforderung ist aus meiner Sicht der Mentalitätswandel – sowohl auf Seiten der Wissenschaftler, die sich auf den Transfer in die Wirtschaft einlassen

Wesentlichen über neue Unternehmen.

Es gibt in den Forschungsinstituten durchaus viele Geschäftsideen, aber wenige qualifizierte „Unternehmertypen“. Wie kann die Helmholtz-Gemeinschaft in den eigenen Reihen das unternehmerische Denken fördern?



„Wir brauchen mehr Wagemut, Experimentierfreudigkeit und Entschlossenheit.“

**Professor Jürgen Mlynek,**  
Präsident der Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren

müssen, als auch auf Seiten der Scientific Community, in der sich erfolgreicher Technologietransfer viel stärker auf die Reputation eines Wissenschaftlers auswirken sollte. Selbstverständlich ist darüber hinaus auch eine entsprechende Erfindervergütung notwendig.

Innovationen müssen unbestritten auf den Markt. Befürwortet die Helmholtz-Gemeinschaft Programme für Ausgründungen? Ja. Neue Arbeitsplätze werden wir kaum in traditionellen Industriezweigen schaffen, sondern im

Wir planen die Einrichtung einer Helmholtz-Akademie für Führungskräfte. Wenn es uns gelingt, unsere Kompetenzen in Finanz-, Personal-, Projekt- und Infrastrukturmanagement zu verstärken, dann schärft das gleichzeitig das unternehmerische Denken.

Sie sind Mitglied in der Initiative „Partner für Innovation“ der Bundesregierung. Welches ist Ihr Credo für mehr Wachstum? Wir brauchen mehr Wagemut, Experimentierfreudigkeit und Entschlossenheit.  
[www.helmholtz.de](http://www.helmholtz.de)

## Mikro- und Nanotechnologie aus einer Hand

Das „Forschungszentrum Industrie-forum Mikrofertigungstechnik“ ist ein Angebot des Forschungszentrums Karlsruhe an Unternehmen.

Das „Forschungszentrum Industrie-forum Mikrofertigungstechnik“, kurz FIF, fördert und begleitet Entwicklungen und Innovationen, ist Partner für Beratung und technische Dienstleistungen und dient als Informationsplattform für Netzwerkarbeit in der Mikrosystemtechnik und Nanotechnologie. Die Kunden sind mittelständische Firmen, Großunternehmen und Start-ups in Deutschland und den angrenzenden Ländern.

Ziel des FIF ist die Kooperation von Forschung und Industrie, um den Einsatz innovativer Komponenten, Systeme, Fertigungsprozesse und Produkte voranzutreiben. Das Forum ist integriert in die Forschungs- und Technologietransferaktivitäten des Landes Baden-Württemberg und eröffnet den Zugang zu einem breitgefächerten Technologieportfolio über das Forschungszentrum hinaus. Das Forschungszentrum Karlsruhe bietet Kompetenzen in den Mikrofertigungs- und Replikationstechniken, der Mikrohandhabung und -montage, elektronischen Systemaufbau, Werkstofftechnik, Simulations-, Analyse und Prüfverfahren und vieles mehr.

### WEITERE INFORMATIONEN

- [www.fzk.de/fif](http://www.fzk.de/fif)

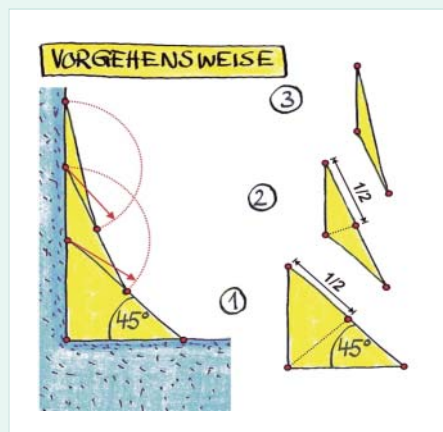
### NEXT TRADE FAIR

- HANNOVER MESSE, Halle 15, Stand D36
- Microsys, Halle 5, Stand 117

## Mit dem Zeichendreieck gegen die Bauteilkiller

Forschungszentrum Karlsruhe entwickelt neue grafische Methode zur Verbesserung von mechanischen Bauteilen.

Kerben sind Schwachstellen, an denen ein Bauteil häufig versagt. Durch eine Formgebung nach dem Vorbild der Natur mit der von Professor Dr. Claus Mattheck, Leiter der Abteilung Biomechanik im Institut für Materialforschung, entwickelten CAO-Methode (Computer Aided Optimization) können Kerben so optimiert werden, dass hier keine Spannungsspitzen mehr auftreten. Für diese Optimie-



Mit dem sukzessiven Anbringen von Zugdreiecken lassen sich Bauteile grafisch optimieren

rung waren früher komplexe mathematische Werkzeuge, die so genannte Finite-Elemente-Methode und leistungsfähige Computer notwendig. Mit einem neuartigen Ansatz kann die optimale Kerbform seit einigen Jahren schon mit einem Taschenrechner ermittelt werden. Nun ist die Methode so weit vereinfacht, dass ein Geodreieck für eine Optimierung ausreicht. Die neue grafische Methode,

die „Methode der Zugdreiecke“, versetzt auch kleine Unternehmen und Handwerker in die Lage, gestaltoptimierte Bauteile herzustellen. Mechanisches Verständnis ersetzt schwierige Berechnungen. Praktisch bedeutet das: weniger Ermüdungsbrüche durch die Kerbspannungen und eine deutlich erhöhte Lebensdauer der mechanischen Bauteile.

Die neue grafische Methode beruht auf einem einfachen Verfahren: Eine Kerbe wird symmetrisch durch ein (gedachtes) Seil überbrückt. Entlang dieses Seils läuft die erste Konturlinie der Konstruktion, die – am Beispiel einer 90-Grad-Ecke – mit den Wänden einen 45-Grad-Winkel bildet. In der Mitte der Konturlinie (des gedachten Seils) wird nun ein neues Seil angesetzt, diesmal mit einem Winkel von 22,5 Grad, also dem halben Winkel des ersten Seils; die Prozedur wird noch ein weiteres Mal mit einem Winkel von 11,25 Grad wiederholt. Die entstehende Fläche zwischen den Seilen und dem Bauteil wird aufgefüllt. Die verbliebenen Knicke werden, ausgenommen der untere 45-Grad-Knick, ausgerundet. Die entstandene Konstruktion weist praktisch keine Spannungsspitzen mehr auf.

### WEITERE INFORMATIONEN

- Nutzen Sie beiliegende Faxantwort

### ARTIKEL INTERESSANT FÜR

- Konstrukteure mechanischer Bauteile

### LIKE THIS? TRY THAT?

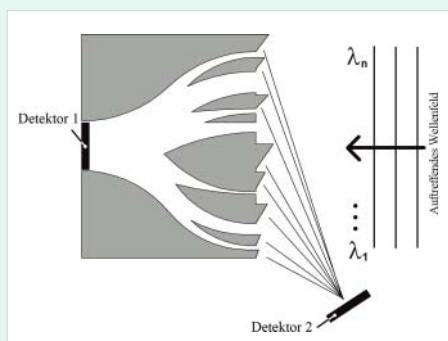
- Buch „Warum alles kaputt geht?“ (Seite 8)

### NEXT TRADE FAIR

- HANNOVER MESSE, Halle 2, Stand C52

## Dioden statt teure Detektorzeilen

Wellenleiterstrukturen bilden Teilspektren auf einer Photodiode ab.



Seitlich trifft das Spektrum mit Wellenlängen  $\lambda_1$  bis  $\lambda_n$  auf die Front des Filters

Viele Mess- und Analyseaufgaben lassen sich spektrometrisch lösen. Spektrometer sind jedoch für viele praktische Einsatzzwecke zu teuer. Der Grund: Die nötigen Detektorzeilen – besonders im infraroten Wellenlängenbereich – sind zu kostspielig. Speziell angepasste Interferenzfilter kommen mit einfachen Photodioden als Detektoren aus, sind aber nicht in allen Fällen die Lösung. Mit einer mikrostrukturierter Wellenleiterstruktur, die an ein einfaches Gitter- oder Prismenspektrometer angepasst wird, können fast beliebige Teilspektren eines Spektrums auf eine Photodiode abgebildet werden. Diese Wellenlängenseparation er-

laubt es, die in der speziellen Anwendung wichtigen Spektralanteile herauszufiltern und auf eine preiswerte Einzeldiode abzubilden. So können die zu einer bestimmten Substanz gehörenden Spektralanteile gemessen und damit der Anteil dieser Substanz in der zu analysierenden Substanz bestimmt werden. Es ist möglich, mehrere Teilspektren gleichzeitig auf mehreren Photodioden zu messen. Die Messung ist schneller als mit einem Spektrometer und kann an die Aufgabe angepasst werden.

### WEITERE INFORMATIONEN

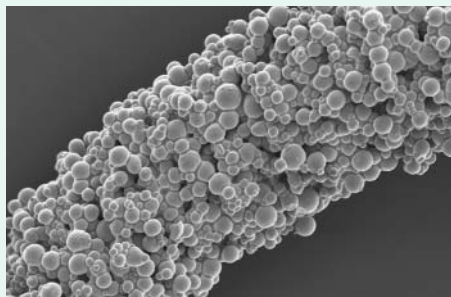
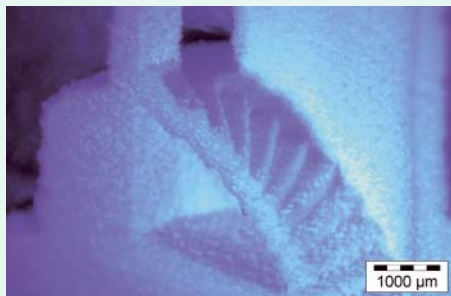
- Nutzen Sie beiliegende Faxantwort

### ARTIKEL INTERESSANT FÜR

- Hersteller optischer Instrumente
- Lebensmittelüberwachung
- Chemische Analyse und Druckindustrie

## Mit FastFab freigeformte und dreidimensionale Keramiken herstellen

Bauteile mit dreidimensionalen Strukturinformationen werden schichtweise durch wiederholte Druckvorgänge aufgebaut.



1. Als Teststruktur gefertigte Schachfigur
2. Wendeltreppe im Inneren der Schachfigur
3. Rasterelektronenmikroskopische Detailaufnahme der Teststruktur

Keramikteile sind aus vielen technischen Anwendungen nicht mehr wegzudenken. Ihre Form wird jedoch durch die klassischen Herstellungsverfahren eingeschränkt. Sowohl spanabhebende als auch abformende Verfahren erlauben zum Beispiel Hohlräume oder Hinterschnitte nur in geringem Maße. In einem europaweiten Projekt war nun das Forschungszentrum Karlsruhe gemeinsam mit der fubic ab, Mölndal, Schweden an der Entwicklung einer kombinierten Lagen- und Drucktechnik mittels Ink-Jet-Printing beteiligt. Hiermit lassen sich Prototypen und Kleinserien kompliziert geformter Keramikteile kostengünstig und schnell herstellen.

Anhand eines präzisionsgesteuerten Druckkopfs, wird zunächst eine SiO<sub>2</sub>-haltige Suspension in ein Pulverbett gedruckt, um dieses in ausgewählten Bereichen zu verfestigen. Für das Pulverbett liegen Erfahrungen mit Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>- und ZrO<sub>2</sub>-Granulaten vor. Bei entsprechender Rieselfähigkeit und Granuliengröße ist die Anwendung des Verfahrens mit anderen Materialien möglich.

Die dreidimensionalen Strukturinformationen des gewünschten Bauteils werden über CAD-Dateien bereitgestellt. Entsprechend dieser Daten werden die Bauteile schichtweise durch wiederholte Druckvorgänge aufgebaut und anschließend im Ofen über Glasphasensintern bei 900 bis 1150 Grad Celsius grundverfestigt. Nach dem Aushärten erhält man Bauteile mit einer hohen offenen Porosität von 35 bis 50 Prozent. Das Pulverbett wird in Luftströmung oder im Wasserbad entfernt.

Die Bauteile können dann entsprechend der gewünschten Endeigenschaften gesintert oder mit unterschiedlichen Medien infiltriert werden. Eine Software ermöglicht die schnelle Anpassung des jeweiligen Designs. Zur Modellfertigung eignet sich zum Beispiel die Infiltration mit Epoxidharz. Bauteile mit höherer Dichte erhält man durch Infiltration mit keramischen Suspensionen und Solen. In Abhängigkeit vom Infiltrationsmedium und den Herstellungsparametern liegen die Festigkeiten zwischen 10 und 300 Megapascal. Die Oberflächenrauheit wird durch die verwendeten Ausgangspulver und die Infiltrationsmedien bestimmt.

Derzeit erreichte Minimalwerte liegen bei drei Mikrometern. Die einzelnen Lagen sind 80 Mikrometer dick; die einzelnen Tropfen können in x-y-Richtung mit einer Auflösung von 42 Mikrometern positioniert werden. Auf einer Grundplatte können mehrere Teile angeordnet und in verschiedenen Formen und Größen parallel gefertigt werden.

Das FastFab-Verfahren ist hervorragend geeignet für die Herstellung von Gusskernen und -formen sowie Bauteilen mit Hinterschnitten und innen liegenden funktionellen Bereichen. Auch poröse Implantatwerkstoffe mit innen liegenden offenen Netzstrukturen sind denkbare Anwendungsbereiche. Zudem kann die Anlage zum Druck von Leiterbahnen genutzt werden, eine Testeinheit für Druckmedien zum Ink-Jet-Printing steht zur Verfügung.

### WEITERE INFORMATIONEN

- Nutzen Sie beiliegende Faxantwort

### ARTIKEL INTERESSANT FÜR

- Gießereien
- Modellbauer
- Implantatfertigung

## Smart Materials

Zur Mikrostrukturierung korrosionsbeständiger Materialien wie Formgedächtnislegierungen wurde ein besonderes Verfahren entwickelt.

Formgedächtnislegierungen zählen zu den so genannten „Smart Materials“, die gleichzeitig Sensor- und Aktorfunktionen erfüllen. Sie „erinnern“ sich nach großer Verformung wieder an ihre ursprüngliche Form und nehmen in Abhängigkeit von der Temperatur unterschiedliche Formen an. Formgedächtnislegierungen besitzen eine passivierende Schicht an der Oberfläche und sind daher sehr korrosionsbeständig.

Für die Herstellung sehr kleiner, filigraner Bauteile aus diesen Materialien haben Wissenschaftler am Institut für Mikrostrukturtechnik ein spezielles und individuell opti-



Funktionsschichten aus Nickel-Titan-Palladium lassen sich mit dem neuen Verfahren leichter ätzen

mierbares nasschemisches Mikrostrukturierungsverfahren entwickelt. Das Verfahren umfasst mehrere Einzelschritte, die separat einsetzbar und dem Aufbau des zu strukturierenden Schichtverbunds individuell anpassbar sind.

Gegenüber konkurrierender Verfahren, wie etwa der Laserstrukturierung, liegt der besondere Vorteil in der parallelen und damit zeit- und kostensparenden Bearbeitung einer Vielzahl von Mikrostrukturen. Die Möglichkeiten der Mikrostrukturierung solcher Werkstoffe sind vielfältiger als zuvor.

### WEITERE INFORMATIONEN

- Nutzen Sie beiliegende Faxantwort

### ARTIKEL INTERESSANT FÜR

- Hersteller von Sensoren, Aktoren und Medizinprodukten



Mikrobauteile aus Zirkonoxid: Die geringsten Durchmesser der Zahnräder liegen bei rund 670 Mikrometern

## Pulverspritzgießen von metallischen und keramischen Mikrobauteilen

Die Karlsruhe Nano Micro Facility stellt sich vor: RESEARCH TO BUSINESS bietet einen Einblick in die Vielzahl der Möglichkeiten dieser Technologieplattform in einer Serie (Teil 1).

Das Pulverspritzgießen (Powder Injection Molding = PIM) von metall- und keramikgefüllten Formmassen bietet für die Mikrosystemtechnik neue Fertigungsalternativen und ermöglicht innovative Produktideen. Die Gründe liegen in der hohen Wirtschaftlichkeit bei Mittel- und Großserien und der nachbearbeitungsarmen Produktherstellung. Da praktisch alle bekannten metallischen und keramischen Werkstoffe auch in Pulverform erhältlich sind, steht außerdem eine sehr große Materialpalette zur Verfügung. Ferner kann mit geringen Modifikationen auf die kostengünstig verfügbare Maschinenteknik des Polymerspritzgießens zurückgegriffen werden. Einige Kunststoffverarbeiter erweitern daher

ihr Produktspektrum und investieren in das Pulverspritzgießen. Aktuelle Entwicklungsarbeiten zum MicroPIM konzentrieren sich auf die weitere Verbesserung der Oberflächenqualität und eine Erhöhung der Präzision der Sinterteile.

Der Pulverspritzgießprozess besteht aus vier Teilschritten: Zunächst wird ein so genannter Feedstock hergestellt. Dazu wird dem jeweiligen Metall- oder Keramikpulver eine bestimmte Menge eines organischen Binders zugegeben. Anschließend erfolgt im zweiten Verfahrensschritt die eigentliche Formgebung mittels Mikrospritzgießen. Dabei kann auf die standardmäßige Maschinenausrüstung zurückgegriffen werden; allerdings sind ein ver-

besserter Verschleißschutz und modifizierte Schneckengeometrien erforderlich. Im dritten Schritt müssen die Spritzgussteile entbindert werden. Dies kann durch Ausschmelzen oder auch durch katalytischen Abbau von Polymeren in saurer Atmosphäre geschehen. Die jetzt binderfreien Mikrokomponenten werden anschließend zum Fertigteil gesintert. Bei Keramiken erfordert dies keine besondere Atmosphäre, bei Metallen wird hingegen unter reduzierenden Bedingungen gesintert. Dabei schrumpfen die Formteile um den Volumenanteil, der ursprünglich vom Binder eingenommen wurde. Dieser Sinterschrumpf liegt linear zwischen 15 und 22 Prozent, die Toleranzen des Fertigteilens bei rund 0,5 Prozent.

### KNMF

Das Forschungszentrum Karlsruhe richtet eine Technologieplattform „Karlsruhe Nano Micro Facility“, kurz KNMF, ein. Die KNMF ist ein Verbund von Prozessen, Verfahren und Anlagen zur Herstellung und Charakterisierung von Nano- und Mikrostrukturen. Ziel ist, die Kompetenzen im Bereich Nano- und Mikrosysteme Vertretern aus Forschung und Industrie zugänglich und nutzbar zu machen. Das Forschungszentrum folgt damit dem weltweiten Trend zum Aufbau von Infrastrukturzentren, hier für die Nanowissenschaft, für Nanomaterialien und die Nano-Mikro-Integration. Die vielfältigen Kompetenzen werden in die beiden Bereiche „Technologie“ und „Transfer“ eingeteilt, wobei sich der Bereich „Technologie“ aus den Prozessen zur Herstellung von Strukturen, Komponenten und Materialien sowie deren Charakterisierung zusammensetzt und der Bereich „Transfer“ die Transfer- und Applikationslaboratorien umfasst.

Das Mikro-Pulverspritzgießen kann auch in Zwei-Komponenten-Technologie ausgeführt werden, ein Verfahren zur Serienfertigung von Bauteilen aus zwei Metallen oder Keramiken mit verschiedenen physikalischen Eigenschaften in einem Fertigungsschritt. Daraus ergeben sich für die Anwendung interessante Eigenschaftsprofile, wie magnetisch/nicht-magnetisch oder leitfähig/isolierend.

#### Technische Daten

Material bzw. Pulver	d <sub>50</sub> [µm]	Max. Aspektverhältnis	Min. strukt. Detail [µm]	Dichte [% theo.]	R <sub>max</sub> [µm]	Min. Toleranz [%]
Carbonyl-Fe	4.5	10	50	95	>8	0,5
Carbonyl-Fe	1.5	10	50	95	4	0,5
316L	4.5	10	50	97	8	0,5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.4–0.6	>10	<20	97	3	0,5
ZrO <sub>2</sub>	0.2–0.4	>10	<3	99	<3	≤0,5

#### WEITERE INFORMATIONEN

- Nutzen Sie beiliegende Faxantwort

#### ARTIKEL INTERESSANT FÜR

- Mikroverfahrenstechnik, -chemie und -analytik
- Bio- und Medizintechnik
- Beleuchtungs- und Dekorationsanwendungen

#### NEXT TRADE FAIR

- HANNOVER MESSE, Halle 2, Stand C24

## Präzision im Synchrotron

Elektronenspeicherring ANKA arbeitet für die Industrie.

Das Synchrotron ANKA ist ein Elektronenspeicherring, der zur Erzeugung von Strahlung mit Wellenlängen vom infraroten bis in den harten Röntgenbereich dient, die um mehrere Größenordnungen brillanter und intensiver ist als Strahlung aus konventionellen Quellen. Der sehr parallele Strahl kann auf Spotgrößen kleiner als ein Mikrometer fokussiert werden, ferner lässt sich die Wellenlänge für die jeweiligen Experimente frei einstellen. Synchrotronstrahlung wird für chemische Analytik, Materialcharakterisierung und bildgebende Verfahren in unterschiedlichen Gebieten wie Werkstoffwissenschaften, Mineralogie, Katalysatorforschung oder Mikroelektronik eingesetzt. So lassen sich beispielsweise Feststoffproben auf das Vorhandensein von sechswertigem Chrom untersuchen, man kann dreidimensional die Poren in einem Polymer Schaum darstellen, die Elementzusammensetzung kleinster Proben mit extrem niedrigen Nachweisgrenzen bestimmen oder die Struktur von Kristallen aufklären.

Interessante Einsatzgebiete für Synchrotronstrahlung finden sich auch in der Mikrosystemtechnik. Mit dem LIGA genannten Verfahren ist es möglich, mikrostrukturierte Bauteile mit großer Bauteilhöhe bis drei Millimeter, extrem glatten und senkrechten Seitenwänden und Strukturdetails von wenigen Mikrometern herzustellen. Das Verfahren wird im Forschungszentrum etwa für die Serienfertigung ultrapräziser metallischer Zahnräder und Uhrenbauteile eingesetzt.

Über ANKA Commercial Service stehen die Dienstleistungen des Synchrotrons ANKA allen Interessierten offen. Ob bloße Nutzung der Messplätze, Auftragsproduktion für hochpräzise LIGA-Produkte oder analytische Dienstleistungen im Full-Service-Modus: Anwender, vor allem kleine und mittelständische Unternehmen, finden bei ANKA erfahrene Ansprechpartner, die sie auch bei der kurzfristigen Lösung ihrer Problemstellungen unterstützen.

### ARTIKEL INTERESSANT FÜR

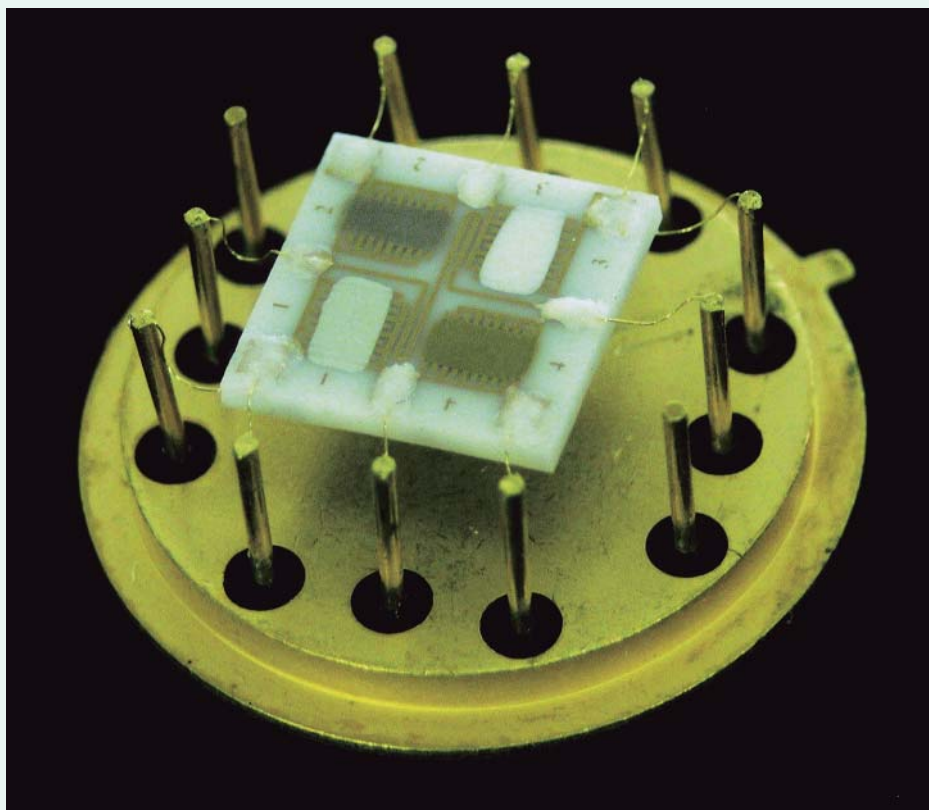
- Hersteller von Präzisionsbauteilen
- Entwickler aus den Branchen Chemie, Pharma und Halbleiter
- Werkstoffwissenschaftler
- Umwelttechniker

### WEITERE INFORMATIONEN

Nutzen Sie beiliegende Faxantwort

### NEXT TRADE FAIR

- Analytica 2006, Halle A1, Stand 123



Der Sensorchip hat vier gassensitive Schichten auf Au-Dünnschicht-Kammelektroden und eine Pt-Dünnschichtheizung auf der Rückseite

## Metalloxid-Gassensoren

Neue Sensormaterialien und neuartige Betriebs- und Kalibrierverfahren schließen eine Lücke in der Feldanalytik.

Für die Alarmierung von Leckagen und die Regelung von chemischen und biochemischen Produktionsprozessen brauchen Anwender feld- und in-situ-fähige Analysemonitore.

Das Forschungszentrum Karlsruhe hat gemeinsam mit der IAF-Sensorikgruppe der Hochschule Karlsruhe – Technik und Wirtschaft nachgewiesen, dass Metalloxid-Gassensoren zu Analysezwecken in der Feldanalytik erfolgreich eingesetzt werden können.

Grundlagen hierzu sind: Die Arbeitstemperatur variiert periodisch und die resultierenden Leitwert-Zeit-Profile werden als Sensorsignale aufgenommen. Zur Stoffanalyse wurde dafür eine wirkungsvolle und ökonomische Kalibrier- und Sensorsignal-Analyse entwickelt. Auf dieser Basis können intelligente Sensorsysteme für vielfältige online in-situ Anwendungen der Feldanalytik entstehen. Erfolgreiche Labortests der Ammoniak- und Butylacetat-Analyse in Luft und der Ethanol/Essigsäure-beziehungsweise Ethanol/Toluol-Analyse in Wasser demonstrierten die Leistungsfähigkeit des Systems.

Durch Variation der Temperatur der gassensitiven Schicht erhält man als Sensorsignale so genannte Leitwert-Zeit-Profile. Deren Profilform ist charakteristisch für die reagierenden

Gaskomponenten. Mit Hilfe des neu entwickelten Sensorsignal-Auswerteverfahrens können aus diesen Daten die Gaskomponenten identifiziert und klassifiziert sowie deren Einzelkonzentrationen bestimmt werden, dies auch bei variablen Bedingungen.

Im Gegensatz zu onlinefähigen Chromatographen, HPLC-Analysesystemen oder Infrarot-Spektrometern, deren Messstellenpreis deutlich oberhalb 100 000 Euro liegt, werden Monitore, die nach dem hier vorgestellten Messprinzip arbeiten, voraussichtlich für einen Marktpreis unterhalb eines Zehntels dieses Betrags realisiert werden können. Für vielfältige Feldanalyseaufgaben wird es möglich sein, leistungsstarke und preislich attraktive online in-situ Analysemonitore zu entwickeln und damit eine wichtige Lücke in der Feldanalytik zu schließen.

### WEITERE INFORMATIONEN

- Nutzen Sie beiliegende Faxantwort

### ARTIKEL INTERESSANT FÜR

- Chemische Industrie
- Umwelttechnologie
- Bioverfahrenstechnik

## Termine

März bis Mai 2006

**12.–16. März 2006**

**Long Beach, California**

**Hydrogen-Expo**

Die HyTecGroup präsentiert neueste Forschungsergebnisse rund um das Thema Wasserstoff (Stand 339).

[www.hydrogenexpo.com](http://www.hydrogenexpo.com)

**28.–30. März 2006**

**Paris/Expo – Porte de Versailles**

**JEC Composite Show**

Auf der Messe: der Mikrowellenofen HEPHAISTOS für die Herstellung von Verbundwerkstoffen (Halle 1, E19).

[www.jecshow.com](http://www.jecshow.com)

**24.–28. April 2006**

**Hannover/Messegelände**

**HANNOVER MESSE**

Gezeigt werden die zukunftsweisenden Forschungsthemen Energie, Atmosphäre, Nano- und Mikrotechnologie sowie Struktur der Materie (Halle 2, C24). Weitere Themen: Technikfolgenabschätzung (Halle 2, C19), Supraleitung (Halle 2, D26), Bionik (Halle 2, C52), Netzwerk Lebenszyklusdaten (Halle 2, C30) und Sicherheitsforschung für die Wasserstoffwirtschaft (Halle 13, H2). Das Industrieforum Mikrofertigungstechnik ist in Halle 15, D36 vertreten.

[www.hannovermesse.de](http://www.hannovermesse.de)

**25.–28. April 2006**

**München/Neue Messe**

**Analytica 2006**

Mit Entwicklungen für die Elektrophorese und Gassensorik sowie Services für die Analytik (Halle A1, 123).

[www.analytica.de](http://www.analytica.de)

**9.–12. Mai 2006**

**Sinsheim/Messe**

**Microsys**

Das Industrieforum Mikrofertigungstechnik präsentiert sich (Halle 5, 117).

[www.microsys-messe.de](http://www.microsys-messe.de)

**15.–19. Mai 2006**

**Frankfurt am Main/Messe**

**ACHEMA**

Verfahren und Anlagen zu den Themen Abgasreinigung, Gasanalyse und Pyrolyse (Halle 4.1, 29).

[www.achema.de](http://www.achema.de)

## Dynamische Prozesse

Gastkommentar von Wolfgang Pech, Geschäftsbereichsleiter HANNOVER MESSE bei der Deutschen Messe AG

Den Forscher im stillen Kämmerlein gibt es schon lange nicht mehr. Der Wissenschaftler, der sich von der Außenwelt abschottet, um sich ganz und gar seinen Theorien zu widmen, ist eine romantische Erinnerung an die Zeiten, als ein Laboratorium noch ein abenteuerlicher Saal voll brodelnder Flüssigkeiten und dampfender Substanzen war.

Als Kunde des Forschungszentrums Karlsruhe wissen Sie, dass Forschung heute nicht wie eine Black Box funktioniert: Forschung ist ein dynamischer Prozess, der immer neuen Einflüssen und neuen Erkenntnissen unterworfen ist. Effiziente Forschungsarbeit braucht den Input von außen, braucht den Technologie-

transfer. Wo könnte das besser gelingen als auf einer Messe? Die HANNOVER MESSE ist das weltweit wichtigste Technologieereignis und bildet im Zusammenspiel von zehn Leitmesen unter einem Dach das komplette Spektrum der industriellen Produktion, Dienstleistung und Forschung ab. Die Messe ist der zentrale Ort für die Einführung neuer Produkte in die Industrie. Die „Research & Technology“ hat sich dabei in den vergangenen Jahren als weltweiter Innovationsmarkt etabliert, auf dem das Wissen aus Forschung und Entwicklung mit den Anforderungen der Industrie vernetzt wird. Hochschulen, Forschungsinstitute und Unternehmen geben dort

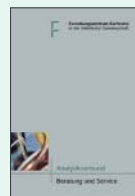


Wolfgang Pech wirbt für eine Vernetzung von Forschung und Industrie

einen einzigartigen Überblick über neueste Entwicklungen in der grundlagen- und anwendungsorientierten Forschung. Und damit eine gute Gelegenheit, über den Tellerrand der eigenen Arbeit zu schauen. Wagen Sie doch schon mal einen ersten Blick unter [www.hannovermesse.de](http://www.hannovermesse.de) und besuchen Sie uns im April auf der HANNOVER MESSE 2006. Wir freuen uns auf Sie!

## Vertiefen Sie Ihr Wissen

Was Sie jetzt über verschiedene Forschungsfelder lesen können. Auf einen Blick:



**Analytikverbund  
Beratung und  
Service**

Der Flyer informiert über die Angebote in den

Bereichen Wasser und Umweltanalytik, Radioanalytik, biologische und biochemische Analytik, Oberflächen- und Mikrobereichsanalytik sowie Topographie.



**Warum alles  
kaputt geht**

Prof. Dr. Claus  
Mattheck

Bezug:

[www.mattheck.de](http://www.mattheck.de)

Das Buch führt ein in die Mechanik des Versagens und zeigt, wie man Schadensfälle durch kluge Formgebung vermeidet.



**Leistungsprofil**

Wie finde ich den richtigen Kooperationspartner, welche Dienstleistung

hilft weiter? Auf rund 80 Seiten informiert das Forschungszentrum Karlsruhe über die Angebote der Institute für die Industrie.

## Impressum

**RESEARCH TO BUSINESS**

Der Newsletter für Kunden des Forschungszentrum Karlsruhe

**REDAKTION**

Dr. Thomas Windmann  
Viktoria Fitterer

**GESTALTUNG**

BurdaYukom Publishing GmbH,  
München

**LAYOUT | FOTOS**

Bernd Königsamen | Markus Breig,  
Martin Lober u.a.

**DRUCK**

Baur GmbH, Kelttern

**NACHDRUCK**

mit Genehmigung der Forschungszentrum Karlsruhe GmbH unter Nennung der Gesellschaft und des Autors gestattet. Beleg erbeten.

**ERSCHEINUNGSWEISE**

Vierteljährlich

## Kontakt

**FORSCHUNGSZENTRUM  
KARLSRUHE GMBH**

Stabsabteilung Marketing,  
Patente und Lizenzen (MAP)  
Hermann-von-Helmholtz-Platz 1  
76344 Eggenstein-Leopoldshafen

**TELEFON**

+49 7247 82-5530

**FAX**

+49 7247 82-5523

**E-MAIL**

[info@map.fzk.de](mailto:info@map.fzk.de)

**INTERNET**