



Forschungszentrum Karlsruhe  
in der Helmholtz-Gemeinschaft

■ Allgemeines

## Analytikverbund im Forschungszentrum Karlsruhe Teil 3: Anorganische Integral- und Umweltanalytik



Der Analytikverbund des Forschungszentrums Karlsruhe verfügt über umfangreiche Kompetenz in der Analytik, moderne instrumentelle Ausstattung, hohe Qualitätsstandards und jahrzehntelange Erfahrung. Das Angebot des Verbunds reicht von der Beratung bei komplexen Problemstellungen über die Durchführung von Analysen im Auftrag bis hin zur Entwicklung und Einführung neuer Analysemethoden.

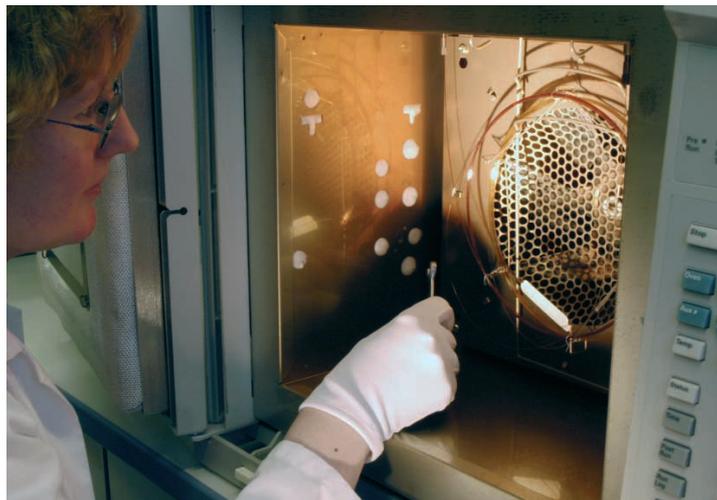
### INHALT

Analytikverbund im Forschungszentrum Teil 3: Anorganische Integral- und Umweltanalytik	1+2
Editorial	2
+++newsticker+++	2
Deutsche Forschung in Washington (USA)	3
Deutsches Industrie-Forum	3
NEMO – Network of Excellence in Micro Optics	3
Technologietransfer-Angebot: -Klebstofflösungen	3
Hannover Messe 2005	4+5
Microsys	6
DJW – Eine Bilanz	6
Technologietransfer-Angebot: -Mikrosicherung	6
Fachkonferenz Mikrotechnik	7
ENERTEC 2005	7
Helmholtz-Experten.de	7
Technologietransfer-Angebot: -Lasermikroschweißen	8
Impressum	8

Das Zentrum bietet aufgrund seiner Forschungsaktivitäten ein breites Spektrum an anorganischen Analysemethoden. Im Bereich der Umweltanalytik umfasst das Angebot darüber hinaus organisch-analytische Verfahren. Die beschriebenen Analysemethoden geben Auskunft über die elementare Zusammensetzung einer Probe, vereinzelt sind Speziesanalysen möglich.

diese mit Säuren oder Boratschmelzen homogen in Lösung gebracht werden. Hierfür stehen moderne Aufschluss-systeme zur Verfügung wie automatische Schmelzapparaturen, Mikrowellendruckaufschlussysteme oder Sauerstoffdruckaufschluss. Für die Ultraschallanalytik im Bereich  $< 0,0001\%$  werden die Proben unter Reinraumbedingungen mit ultrareinen Säuren aufgeschlossen.

lysegeräten steht zur **Messung** der aufbereiteten Proben zur Verfügung. Damit kann die Bestimmung vieler Elemente des Periodensystems Wasserstoff, Edelgase und einige Ausnahmen (radioaktive Elemente) sowie deren Verbindungen durchgeführt werden. In der Umweltanalytik werden vorwiegend genormte Analyseverfahren angewandt, während die Forschungsanalytik auf diesen Verfahren aufbaut, sie weiterentwickelt oder neue erarbeitet und verifiziert.



Austausch einer Kapillarsäure zur KW-Indexbestimmung

Die Vielfalt der eingesetzten Methoden erlaubt die Bearbeitung einer großen Bandbreite an anorganischen und umweltspezifischen Analysen, wie folgende Beispiele zeigen.

Hierbei handelt es sich ausschließlich um Integralanalysen; orts aufgelöste Informationen wie mit Ionen- und elektronenoptischen Methoden sind nicht erhältlich. Der Vorzug der Integralanalytik liegt in der Erfassung eines weiten Konzentrationsbereichs von  $0,0000001$  bis  $100\%$  bzw.  $\text{ng/L}$  bis  $\text{g/L}$  und der zuverlässigen, den Proben angepassten Kalibrierungen. Eine typische Integralanalyse durchläuft die Stufen der Probenvorbereitung, Kalibration und Messung und Auswertung. Die **Probenvorbereitung** richtet sich nach der Analysemethode. Stücker Proben werden zerspannt oder gemahlen und bei Bedarf vorher oberflächlich gereinigt oder getrocknet, bevor

Eine exakte **Kalibration** ist die Basis für exakte Analysen. Wenn möglich, werden durch Ringversuche zertifizierte Referenzmaterialien eingesetzt. Für spezielle analytische Fragestellungen werden zur Kalibration Referenzlösungen oder -schmelzen hergestellt, die an die Probenmatrix angepasst sind. Halbquantitative Analysen basieren auf sogenannten „nicht Matrix angepassten“ Kalibrierlösungen oder berechnen die Elementkonzentrationen aus den Messsignalen. Halbquantitative Analysen sind schneller und weniger kostenintensiv wie quantitative. Ihre Ergebnisse können jedoch bis zu  $30\%$  relativ vom wahren Wert abweichen. Eine breite Palette an modernen Ana-

Die routinierte Sauerstoff- und Stickstoffbestimmungen mittel Trägergasheissgasextraktion wird nicht nur auf die gängigen Metalle und deren Legierungen angewendet, sondern die Analyseparameter wurden für hochschmelzende Nitride (BN,  $\text{Si}_3\text{N}_4$ , SiC etc.) oder Oxide ( $\text{ZrO}_2$  und  $\text{TiO}_2$ ) optimiert und validiert. Um den Korrosionsangriff der niedrigschmelzenden, bei  $125^\circ\text{C}$ , flüssigen PbBi-Legierung in Grenzen zu halten, kann Sauerstoff bis zu einer Erfassungsgrenze von  $0,000001\%$  bestimmt werden.

Die Entwicklung eines thermisch-chemischen Recyclingverfahrens von Elektronikschrott benötigt dessen stoffliche Zusammensetzung. Hierfür wird die ganze Bandbreite an Analysemethoden herangezogen: Der Kunststoffanteil wird über den Kohlenstoff- und Halogengehalt ermittelt und die qualitative und halbquantitative RFA gibt Auskunft über keramische, metallische und insbesondere edelmetallische Bestandteile, die nach geeigneten Säureaufschlüssen mit ICP-OES und Matrix angepassten Standardlösungen zwischen  $0,0005$  und  $50\%$  genau bestimmt werden.

Viele Elemente werden auch im Ultraschallbereich nachgewiesen.

**Wir sind dabei!**



**HANNOVER  
MESSE**  
11.-15. APRIL 2005

# EDITORIAL

Liebe Leserinnen,  
liebe Leser,

Deutschland feiert das Einsteinjahr. Bei Festakten wird zum Querdanken und zum Neudenken aufgefordert, bei Schülern und Studenten sollen Neugier und Freude am Denken geweckt werden. Das Einsteinjahr soll Lust auf Zukunft und Innovation machen.

Zahlreiche technische Alltagsprodukte unserer Zeit, wären ohne Einstein nicht möglich gewesen. Dies erscheint zunächst verwunderlich, denn seine bedeutendsten Arbeiten waren abstrakt und theoretischer Natur. Doch ohne Einstein wären viele praktische Erfindungen unmöglich geblieben. Hier spiegelt sich die Bedeutung von theoretischer Forschung und abstrakten Denken für eine hoch industrialisierte Gesellschaft wider!

Wichtig ist, dass man nicht aufhört zu fragen, folgerte Einstein. So müssen wir uns heute auch die Fragen stellen, wie Einsteins physikalische Spekulationen und seine Ideen über Raum und Zeit ihren Weg in Produkte unseres Alltags gefunden haben, um mit einer Initiative den Innovationsprozess zu stärken.

Denken Sie voraus!



Dr. Thomas Windmann

## Allgemeines

Methode	bestimmbare Elemente	typische Erfassungsgrenze	typische Probenvorbereitung
<b>Analyse der Hauptbestandteile</b>			
Röntgenfluoreszenzanalyse	Elemente ab OZ > 9 (5)	0,1 %	Schmelzaufschluss
<b>Analyse der Nichtmetalle</b>			
Ionenchromatografie	F <sup>-</sup> , Cl <sup>-</sup> , Br <sup>-</sup> , NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> , SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , N, O	0,001 % 10–1000 µg/L 0,00001 %	Wasserreluierung, Sauerstoffaufschluss Oberflächenreinigung
Trägergasheissextraktion	C <sub>ges</sub> , C <sub>org</sub> , C <sub>anorg</sub> , S <sub>ges</sub> , Cl <sub>ges</sub>	0,001 %	Oberflächenreinigung
Verbrennungsanalyse	C <sub>ges</sub> , C <sub>org</sub> , C <sub>anorg</sub> , C <sub>gelöst</sub>	500 µg/L	keine
TOC-Analyser	AOX, POX, EOX	10–1000 µg/L	keine
Halogenanalyse	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , N <sub>org</sub>	1 mg/L	Säureaufschluss
Kjeldahldestillation			
<b>Spurenanalyse von Lösungen und gelösten Feststoffen</b>			
Atomabsorptionsspektrometrie (AAS, Flamme, Kaltdampf, Graphitrohr)	Metalle	0,01–0,0005 %	Säuredruck-, Schmelzaufschluss
Fluoreszenzspektrometrie	Hg	0,1µg/L bzw. 0,1µg/kg	Säuredruckaufschluss
Plasmaemissionsspektrometrie (ICP-OES)	S, P, Metalle	0,01–0,0001 %	Säuredruck-, Schmelzaufschluss
Plasmamassenspektrometrie (ICP-MS)	S, P, Metalle	10–5000 µg/L 0,001–0,00001 % 0,1 µg/L	Säuredruck-, Schmelzaufschluss
<b>Analyse organischer Komponenten in Umweltproben</b>			
GC-MS	PAK, Screening	100–1000 µg/L	Extraktion
GC-ECD	PCB	100–1000 µg/L	Extraktion
GC-FID	MKW	100–1000 µg/L	Extraktion
GC-FID/ECD	BTX, LCKW	100–1000 µg/L	Extraktion

## Analysemethoden

Stähle, die in Fusionsreaktoren eingesetzt werden, sollen Nb, Ho oder Tb nicht mehr als 0,000001 % (10 µg/kg) enthalten, um nicht langfristig radioaktiviert zu sein. Solche niedrigen Gehalte können neben interferierenden Legierungsbestandteilen wie Fe, Cr oder W nur mit der ICP-MS erfasst werden.

■ Bodenproben, Schlämme oder Abfälle werden mit einer Vielzahl an analytischer Methoden charakterisiert. Mit Elementaranalysen (Nichtmetalle), spektrometrischen (Metalle) und gaschromatographischen Methoden (organische Komponenten) können Qualität und Güte definiert, d.h. die Einstufung für die Entlagerung getroffen werden.

■ Die gaschromatographische Summenbestimmung der Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW (H53)) in allen Wasser-, Boden und Abfallproben wurde neu installiert. Die quantitative Auswertung basiert auf der Gesamt-signalfläche zwischen den Markierungssubstanzen n-Decan und n-Tetracontan. Das FID Übersichtschromatogramm erlaubt zusätzlich die qualitative Differenzierung zwischen Benzin, Diesel-/Heizöl, schwerem Heizöl, gebrauchtes Motorenöl,

Schmieröl, Sägekettenöl, Bohröl und Getriebeöl.

■ Alle Wasserarten wie Trink-, Abwasser und Grundwasser werden nach gesetzlichen Vorgaben kontrolliert und für erforderliche Freigaben bewertet. Vorwiegend ionenchromatographische (IC) und spektrometrische (AAS, ICP-OES, ICP-MS) Methoden kommen zum Einsatz.

Die Arbeitsgrundlagen aller Umweltanalysen bilden folgende Standardmethoden:

- DIN, DEV (Deutsches Einheitssystem zur Wasser-, Abwasser und Schlammanalytik)
  - LAGA, LAWA, LABO (Länderarbeitsgemeinschaft Abfall, Wasser, Boden)
  - Trinkwasser-, Klärschlamm-, Bodenschutz-, Altöl-, Bioabfall-, Elektronikschrottverordnung
- Die Qualität und Richtigkeit ist nicht nur durch langjährige Erfahrung, sondern auch durch regelmäßige Teilnahme an internen und externen Ringversuchen abgesichert.

Die Proben orientierte Kalibrierung, Matrixanpassung, Verwendung von zertifizierten Standards und die vollständige Dokumentation über mindestens 30 Jahre sind wichtige Bestand-

teile unserer Qualitätssicherung. Analysen für den Umweltbereich werden in einem nach DIN EN ISO 9001 zertifizierten Labor durchgeführt und das Umweltmanagementsystem nach DIN EN ISO 14001 gehandhabt. Die von uns durchgeführten Untersuchungen, ihre Ergebnisse sowie in diesem Zusammenhang erhaltene Informationen unterliegen auf Wunsch der Geheimhaltung.

### Metalle und Legierungen:

- Alkali-, Refraktärmetalle
- Stähle, Ni-, Ti-, V-, Zr-, Pb-Legierungen,

### Oxide und Nichtoxide:

- Supraleiter, Gläser, Keramik, Beton, Gestein
- Asche, Schlacke, Aerosole
- Boride, Nitride, Carbide

### Wasserproben:

- Trinkwasser, Abwasser
- Grundwasser, Sickerwasser
- Chemieabwässer

### Bodenproben:

- Schlämme
- Sedimente

### Abfallproben:

- Altöl
- Bauschutt, Holz
- Kunststoff-, Elektronikschrott

### Sonstiges:

- Galvanikbäder

Beispiele untersuchter Materialien

## +++newsticker+++newsticker+++newsticker+++newsticker+++newsticker+++newsticker+++

+++ Neue FSRM-Kurse (Fondation Suisse pour la Recherche en Microtechnique) mit Referenten aus dem Forschungszentrum Karlsruhe. Kursprache: englisch

### Polymer Microfabrication 04.04.05 – 05.04.05 (2 days)



Polymer materials and their microfabrication technologies are becoming more and more important for the commercial success of microsystems in particular in the field of microfluidics and microoptics. In this course we

concentrate on the polymer replication methods hot embossing and injection molding, some remarks will be given to reaction molding and the new softlithography techniques. Replication technologies feature straightforward processing, a wide variety of achievable geometries, a choice of materials and offer manufacturing pathways from rapid prototyping to low-cost high volume fabrication. The course will cover aspects of the microfabrication processes, starting with essential material's physical proper-

ties, describes the various methods for tooling and related polymer replication techniques. A large number of application examples will be introduced demonstrating the capabilities of polymer microfabrication. New aspects dealing with the replication of nanostructures are included additionally.

### +++ Lithography and Electroplating for Microfabrication 16.03.05 – 17.03.05 (1.5 days)

The course emphasizes the lithographic and electroplating techniques

used for the production of micro parts. Following an introduction to fundamentals, technologies, and equipment, the advantages and limitations for some process steps as well as for special process lines and applications are discussed in detail. After the course, the participants will be able to select the adequate lithographic and electroplating techniques for typical processes and devices and will have some ideas for improving existing processes.

Anmeldungen unter: [www.fsrn.ch](http://www.fsrn.ch)

## ■ Allgemeines

# „Research in Germany“ – Deutschland präsentiert sich als Top-Forschungsstandort



Im Februar nahm die Bundesrepublik Deutschland zum zweiten Mal mit einem Stand an der jährlichen Tagung der American Association for the Advancement of Science (AAAS), der größten interdisziplinären wissenschaftlichen Tagung der Welt, in Washington (USA) teil. Sie zog wiederum Tausende von Wissenschaftlern und Studenten sowie Medienvertreter aus den USA, aber auch aus der ganzen Welt an. Unter der Überschrift „For-

schung in Deutschland – hi potentials“ stellten sich wiederum deutsche Forschungseinrichtungen vor: die Fraunhofer Gesellschaft (FhG), die Leibniz Gemeinschaft (WGL) und die Max-Planck-Gesellschaft (MPG). Die Helmholtz-Gemeinschaft (HGF) war durch das Forschungszentrum Karlsruhe und das Geoforschungszentrum Potsdam vertreten. Das Forschungszentrum zeigte seine neuesten Forschungsergebnisse in der Nanotech-

nologie, für die es 2004 den Schrödinger-Preis erhielt. Das Geoforschungszentrum stellte aktuelle Ergebnisse zur Erdbeobachtung und natürlich zur Tsunamiforschung und -warnung vor. Ergänzt wurde der Stand durch mehrere Fördereinrichtungen, wie z.B. dem Deutschen Akademischen Austauschdienst (DAAD) und der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG). Ziel des Standes war es einerseits Deutsche, die der-

zeit in der USA leben, über akademische Laufbahnen und Entwicklungsmöglichkeiten nach einer Rückkehr nach Deutschland zu informieren. Andererseits wurden Amerikaner über die vielfältigen Möglichkeiten eines Gastaufenthaltes in Deutschland informiert. Last but not least wurde Deutschland im Einstein-Jahr auch als künftiger Top-Forschungsstandort in der Hauptstadt der USA präsentiert.

## Veranstaltung

# Mikroformteile aus Kunststoff

Würzburg, 08.–09.06.2005



Veranstaltungsort: die Festung Würzburg

Kleiner, billiger, besser – nicht nur in der Computerindustrie ist das ein starker Trend. Auch für die Hersteller und Verwender von Kunststoffteilen stehen immer neue Herausforderungen an. In der Fachkonferenz des Deutschen Industrie Forums ([www.dif.de](http://www.dif.de)) werden moderne Lösungswege aufgezeigt. Experten aus Industrie und Forschung tragen aus ihrer Praxis über die Grenzen und Möglichkeiten – aber auch über die notwendigen Technolo-

gie-Fortentwicklungen und Technologie-Wechsel vor.

Weitere Informationen zu diesem wichtigen Update Ihrer Systemkompetenz, vom Formenbau über den Spritzguss bis hin zu alternativen Fertigungskonzepten, erhalten Sie, wenn sie diese Konferenz auf unserem Fax-Antwortcoupon ankreuzen.

# Findet NEMO!

(Network of Excellence in Micro Optics)



NEMO, das Network of Excellence in Micro Optics, ist ein von der EU gefördertes Netzwerk von 33 Forschungseinrichtungen und 4 Firmen zur Microoptik. Ganz so verspielt, wie der Fisch im gleichnamigen Film, ist NEMO dabei nicht.

NEMO will genutzt werden, will die in diesem Netzwerk organisierten Kenntnisse zur praktischen Nutzung bringen. Wenn Sie von einem vereinfachten Zugriff auf das Wissen von über 300 Wissenschaftlern im Bereich von Simulation und Design, Prototy-

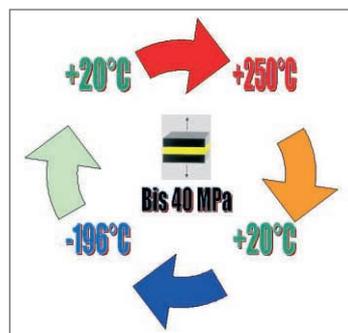
ping und Test, Fertigung und Qualitätskontrolle mikrooptischer Komponenten profitieren wollen, bevor es Ihre Konkurrenten tun, finden Sie NEMO! Daher laden wir Sie ein, sich entweder direkt auf [www.micro-optics.org](http://www.micro-optics.org) umzusehen oder sich bei [holger.moritz@imt.fzk.de](mailto:holger.moritz@imt.fzk.de) für den geplanten E-Mail Newsletter anzumelden. Dort können Sie sich auch über den in Aufbau befindlichen Industrial User Club (IUC) dieses Netzwerkes informieren – oder nutzen Sie das Fax-Antwortformular für weitere Infos.

## ■ Technologietransfer-Angebote

# Klebstoffprobleme? Hier ist die Lösung!

Sie sind potenzieller Kunde, wenn mindestens einer von diesen Punkten auf Sie zutrifft:

- Sie wollen Objekte sicher kleben und wissen nicht, welcher Klebstoff dafür am besten geeignet ist.
- Sie haben schon mehrere handelsübliche Klebstoffe ohne Erfolg ausprobiert.
- Sie brauchen einen neuen Klebstoff, der speziell für Ihre Zwecke entwickelt wird.
- Sie brauchen qualifizierte Klebstoffwissenschaftler, die für Sie im Auftrag forschen?



Verschiedene entwickelte Klebstoffe gewährleisten hohe Zugfestigkeit (bis 40MPa) und Beständigkeit gegen zyklische Temperaturänderung (max. -196°C - +250°C) entsprechender Klebeverbindungen.

Wir beraten Sie bei der Klebstoffauswahl und entwickeln für Sie einen neuen auf Ihre Bedürfnisse zugeschnittenen Klebstoff, wenn handelsübliche Klebstoffe nicht geeignet sind.

Am Forschungszentrum Karlsruhe wurde eine große Anzahl von Klebstoffen, die praktisch für jeden Werkstoff geeignet sind, entwickelt. Die verschiedenen Klebeverbindungen gewährleisten hohe Festigkeit bei -196°C – +250°C (auch bei zyklischer Temperaturänderung); sie sind vakuum-, gas- und wasserdicht und verfügen über verschiedene spezielle

Eigenschaften. Das Kleben kann auch bei Raumtemperatur durchgeführt werden. Mechanische Oberflächenbearbeitung (vor dem Kleben) ist nicht erforderlich (z.B. können sogar glattes Glas und poliertes Metall sicher geklebt werden). Die Eigenschaften neuer Klebstoffe können, entsprechend Ihren Anforderungen, angepasst werden. Testpartien neuer Klebstoffe können in Labormaßstab hergestellt werden.

Bei Interesse fordern Sie bitte weitere Informationen an über den Fax-Abruf auf der letzten Seite.

**Halle 13 Stand H 58/9**

## Sicherheit für die Wasserstoff-Wirtschaft

Kürzlich nahm das Forschungszentrum Karlsruhe eine neue Großanlage für die Wasserstoff-Sicherheitsforschung in Betrieb. Die Anlage wurde mit Unterstützung namhafter Automobilhersteller und Energieversorger errichtet und von diesen auch mitfinanziert. Die damit eröffneten experimentellen Möglichkeiten ergänzen das langjährige Know-how des For-

schungszentrums bei der computer-gestützten Simulation von Wasserstoff-Unfällen. Im Verbund ist dies die größte und vielseitigste Einrichtung ihrer Art in Europa. Von ihr sind wesentliche Beiträge zu einer Sicherheitsarchitektur für den flächendeckenden, tagtäglichen Umgang mit dem Energieträger Wasserstoff zu erwarten.



Außenansicht des neuen Wasserstoff-Versuchszentrums am Forschungszentrum Karlsruhe. Im Vordergrund die beiden großen Druckkammern für Freisetzungs- und Verbrennungsexperimente.

**Halle 2 Stand C 19**

## Hightech-Maulwurf hält Umweltgifte in Schach

Stillgelegte Deponien müssen in Deutschland gegen das Eindringen von Niederschlagswasser nachhaltig abgedichtet werden, um ein Auswaschen von Schadstoffen in die Umwelt zu verhindern. Zur Überwachung der Dichtigkeit von Deponien haben Wissenschaftler des Forschungszentrums Karlsruhe den Feuchtesensor TAUPE entwickelt, der ausgedehnte Schichten überwachen und Undichtigkeiten lokalisieren kann. Gefahren für die Umwelt werden auf diese Weise frühzeitig erkannt. Zudem können mit TAUPE erstmals auch mineralische Oberflächenabdeckungen

von Deponien überwacht werden. Ort und Größe eventueller Leckagen lassen sich dabei so genau eingrenzen, dass Reparaturen zielgerichtet und kostengünstig durchgeführt werden können. Der erste großflächige Einsatz von TAUPE steht nun bei einem vom Land Baden-Württemberg geförderten Pilotprojekt auf der Deponie „Hintere Dollert“ in Gaggenau-Oberweier bei Rastatt unmittelbar bevor. Überzeugen Sie sich selbst auf dem Gemeinschaftsstand des Landes Baden-Württemberg von der Leistungsfähigkeit unseres Feuchtemesssystems.

**Halle 2 Stand A 45**

## Maschinenbauteile wachsen wie Bäume und Knochen

Moderne Maschinenbauteile sollten leicht und dennoch haltbar konstruiert sein, da Leichtbaustrukturen weniger Betriebsenergie benötigen als überdimensionierte Schwergewichte. Dieser energetische Vorteil kommt in der Natur beim Überlebenskampf zum Tragen. Im Laufe der Evolution reifte ein Mechanismus der Selbstoptimierung heran, der einfach und trotzdem hocheffektiv ist: das lastadaptive Wachstum. Dabei wird Material durch Wachstum nur dort angelagert, wo es auch wirklich gebraucht wird und es wird nicht angelagert oder gar wieder entfernt, wo es keine mechanische Belastung erfährt. Daher findet man in der Natur besonders viele Beispiele von extremem Leichtbau, filigrane Strukturen, die bis zum Letzten ausgereizt sind, aber dennoch unter ihrer Betriebslast nicht versagen. Prof. Dr. Claus Mattheck und seine Mitarbeiter der Abteilung Biomechanik am Institut für Materialforschung II des Forschungszentrums Karlsruhe haben

den Mechanismus des lastadaptiven Wachstums der Bäume mit der CAO-Methode (Computer-Aided-Optimization) simuliert. Die Entwicklung ermöglicht, Bauteile im Computer so wachsen zu lassen, dass sie optimal an ihre Belastung angepasst sind. Mittels der SKO-Methode (Soft-Kill-Option) wird die Tätigkeit der Osteoclasten (Fresszellen) im Knochen simuliert, die unterbelastete Bereiche abbauen. Die Methoden wurden nun durch ein tieferes Verständnis des natürlichen Designs so weiterentwickelt, dass sie ohne aufwendige Computertechnik angewandt werden können. Durch ein „in-Seilen-Denken“ wird Leichtbau realisiert, in dem – wo nur möglich – Seile in den Designraum gedacht und lediglich funktionell bedingte Druckträger einbaut werden, die zusätzlich gegen Instabilität ausgelegt werden müssen. Der moderne Konstrukteur sollte „in Seilen denken“, selbst dort, wo man keine Seile sieht!

**Halle 2 Stand D 26**

## SuperconductingCity – Supraleiter – Hochtechnologie aus Karlsruhe

Auf dem Gemeinschaftsstand „SuperconductingCity“ werden die neuesten Entwicklungen aus dem Bereich der Supraleitung präsentiert. Ziel des Instituts für Technische Physik des Forschungszentrums Karlsruhe ist es, die technischen Anwendungen der Supraleitung zu erforschen und im Verbund mit Industrieunternehmen ihren praktischen Einsatz vorzubereiten. Die derzeitigen Forschungsaktivitäten reichen von der technischen Hochtemperatur-Supraleiter-Entwicklung über Anwendungen der Supraleitung in der elektrischen Energietechnik (Kurzschlussstrombegrenzer, netzfreundliche Leistungspulserzeugung, magnetische Energiespeicher), Weltraumtechnik und bei Höchstfeldmagneten (NMR-Spektrometer) bis zum Einsatz für die Kernfusion und dem Neutrinoexperiment KATRIN. Thematisch sind diese Aktivitäten den HGF-

Programmen „Fusion“, „Rationelle Energieumwandlung“ und Astroteilchenphysik“ zugeordnet.

Lassen Sie sich von unseren Entwicklungen anziehen! Wir informieren Sie gerne über die Vorteile, die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten und das Zukunftspotential der Supraleitung.

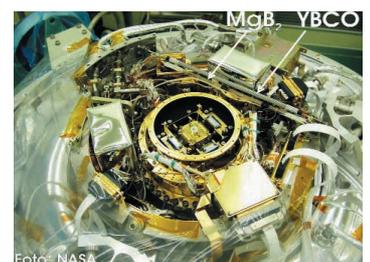
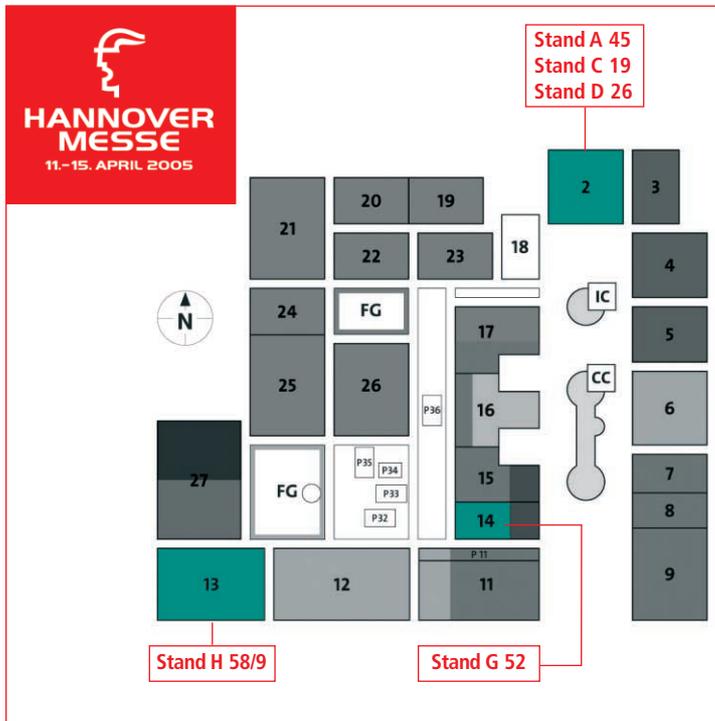


Foto: NASA

Lassen Sie sich von unseren Entwicklungen anziehen! Wir informieren Sie gerne über die Vorteile, die vielfältigen Anwendungsmöglichkeiten und das Zukunftspotential der Supraleitung.



## Halle 14 Stand G 52

### Von der Idee zum Produkt

Den richtigen Partner in allen Stadien der Produktentwicklung finden Sie am Stand des Programms Nano- und Mikrosysteme. Ob Sie eine Vision realisieren oder Ihre Produktion optimieren wollen, unsere Wissenschaftler stehen Ihnen mit Know-how, Hardware und Dienstleistungen zur Seite.

Muskeln aus Metall für Miniaturroboter oder Kleinprothesen – das ist eine der Visionen, die durch eine Entdeckung des Forschungszentrums Karlsruhe Wirklichkeit werden könnte. Wissenschaftler entwickelten ein neuartiges nanoporöses Metall, das sich beim Anlegen einer elektrischen Spannung reversibel ausdehnt. So kann elektrische Energie direkt in mechanische Energie umgewandelt werden. Weltweit erstmalig lassen sich damit an einem Metall makroskopisch messbare Längenänderungen durch Anlegen von geringen elektrischen Spannungen hervorrufen. Dank dieses Durchbruchs können verschiedene mikrotechnische Komponenten realisiert werden: Schalter und Regler, direkte Spannungsanzeiger oder andere

Sensoren, Aktuatoren sowie Bewegungswandler.

In der Edeltgaskondensationsanlage im Institut für Nanotechnologie des Forschungszentrums Karlsruhe werden nanostrukturierte Partikel, beispielsweise aus Platin, hergestellt. Rasterelektronenmikroskop-Aufnahme der Oberflächenstruktur von nanoporösem Platin aus dem Institut für Nanotechnologie des Forschungszentrums Karlsruhe.

Eine Weinprobe mit Hilfe eines Kapillarelektrophorese-Chips – ist so etwas möglich? Fragen wie diese beantworten wir anhand von Machbarkeitsstudien und lassen Taten sprechen. Im elektrischen Feld eines mikrofluidischen Polymerchips werden organischen Säuren in Fruchtsäften und

Wein separiert und ihr Gehalt mittels kontaktloser Leitfähigkeitsmessung bestimmt. Studien wie diese können zeitnah zu miniaturisierten, preisgünstigen Messgeräten führen.

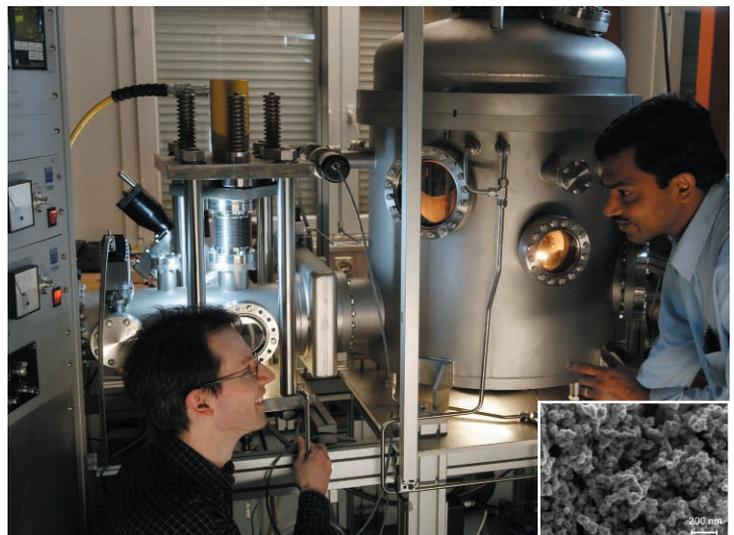
Neue Materialien erhöhen die Leistungsfähigkeit von Produkten und erschließen neue Märkte. Mit Hilfe von nanoskaligen Füllstoffen ist es gelungen die optischen Eigenschaften von lichtleitenden Kunststoffen einzustellen. Eine verlustarme Kopplung von Polymeren mit anderen optischen Bauteilen ist durch die Anpassung des Brechungsindex möglich und eröffnet neue Anwendungsfelder. Die modifizierten Kunststoffe lassen sich sehr gut mittels Mikrospritzguss verarbeiten, so dass eine kostengünstige Fertigung möglich ist. Innovatives und produktionsgerechtes Bauteildesign und umfassende Simulationsmöglichkeiten runden unser Angebot für Ihre zukünftigen Produkte ab.

Mobil, schnell, handlich – das sind die hervorstechenden Eigenschaften des Bluetooth funkgesteuerten Prototyps unseres SAW Gas-Analysesystems SAGAS. Sein Potential entfaltet das mobile System bei der Messung von Kohlenwasserstoffen zur Kontrolle der Restinhalte von Transportbehältern und Gebinden vor Ort.

Spüren Sie selbst mit Hilfe unserer Messeinstallation Reste von Klebstoffen und Lösungsmitteln auf.

Anspruchsvolle Produkte benötigen die geeignete Produktionstechnik. Ihre Herstellungsprozesse unterstützen wir neben Beratung auch mit Komponenten und Maschinen wie der neuartigen Hochleistungsplasmaquelle. Durch die Kombination von PVD- und CVD-Beschichtungsprozessen eröffnen sich völlig neue Möglichkeiten zur Umsetzung innovativer Schichtkonzepte. Zur Oberflächenveredlung von Werkzeugen und Bauteilen wurde eine Beschichtungstechnologie für Hartstoffschichten entwickelt. Dabei können bis zu drei Magnetronerstrahlungsquellen und eine ECR-Ionenkanone zusammen mit der innovativen Hochleistungsplasmaquelle kombiniert werden. Leistungsfähige Schutzschichten können durch die Abscheidung eines nanoskaligen Schichtdesigns mit hohen Aufwachserraten realisiert werden.

Gerne begleiten wir Ihren Weg von der Idee bis zum Markterfolg mit unserem Know-how. Besuchen Sie uns auf der Messe – wir freuen uns auf ein Gespräch mit Ihnen!



In der Edeltgaskondensationsanlage im Institut für Nanotechnologie des Forschungszentrums Karlsruhe werden nanostrukturierte Partikel, beispielsweise aus Platin, hergestellt.

Kleine Bild: Rasterelektronenmikroskop-Aufnahme der Oberflächenstruktur von nanoporösem Platin aus dem Institut für Nanotechnologie des Forschungszentrums Karlsruhe

Schlüsseltechnologien

Microsys

## 2. MICROSYS – rein in die Zukunft! Sinsheim, 26.–29.04.2005



„Rein in die Zukunft!“ So kündigt das Messeunternehmen P.E. Schall GmbH die 2. Auflage der Fachmesse für Mikrosystemtechnik und Ultrapräzisionsfertigung an. Das Forschungszentrum Karlsruhe und mehrere ausstellende FIF (Forschungszentrum Industrie Forum)-Mitgliedsunternehmen (davon drei auf dem Stand des Forschungszentrums) sind dabei, wenn vom 26. bis 29. April 2005 in Sinsheim die MICROSYS die Tore öffnet. Die MICROSYS macht sich stark für die mikrosystemtechnische Teileproduktion von der Ultrapräzisionsfertigung über Werkzeug- und Formenbau, Mikro-Spritzgießen und

Mikromontage bis zu Prüftechnik und Dienstleistungen. Die zweite MICROSYS findet zeitgleich zur CONTROL statt, der internationalen Fachmesse für Qualitätssicherung, und spricht dadurch ein breites Fachpublikum an. Machen Sie sich Ihr eigenes Bild und besuchen Sie die MICROSYS!  
Das Forschungszentrum Karlsruhe hatte sich bereits im Jahr 2004 bei der ersten MICROSYS mit einem Stand des Industrieforums Mikrofertigungstechnik (FIF) an der Messe beteiligt. Der dabei gewonnene positive Eindruck – übrigens auch ablesbar am starken Anstieg der Ausstellerzahl in diesem Jahr – gab den Ausschlag,

erneut und in größerem Umfang wieder präsent zu sein und das Angebot auf Mitaussteller aus den Reihen der FIF-Mitgliedsunternehmen zu erweitern.  
Das Forschungszentrum wird Exponate zu drei Themenbereichen zeigen: keramischer Zweikomponenten-Mikrospritzguss, Polymere in der Mikrotechnik (Mikrooptik, Mikrofluidik), und Vibrationsschalter. Damit und darüber hinaus erhalten Sie einen breiten Einblick in Verfahren und Anwendungen der Mikrosystemtechnik. Als Schnittstelle zwischen Labor und Markt wird FIF über seine Angebote informieren. Die drei mitausstellenden FIF-Mitgliedsunternehmen ver-

vollständigen die Exponatpalette mit Entwicklungen und Produkten zu Kunststoff-Mikrospritzguss, Metallpulverspritzguss und bioanalytischen Mikrofluidikprodukten.  
Besuchen Sie das Forschungszentrum, das Industrieforum Mikrofertigungstechnik und die Partnerunternehmen Rolla Micro-Synthetics AG, Greiner Bio-One und ETA SA Manufacture Horlogère Suisse auf dem Stand 5120 in Halle 5 und knüpfen Sie Kontakte zu Forschung und Industrie in einer zukunftssträchtigen Branche! Weitere Informationen zur MICROSYS erhalten Sie im Internet unter [www.microsys-messe.de](http://www.microsys-messe.de), oder sprechen Sie uns direkt an.

## Deutschland/Japan – Nanotechnologie im Vergleich

Am 25.11.04 fand im Zentrum ein Nanotechnologie-Workshop des sehr renommierten Deutsch-Japanischen Wirtschaftskreises statt ([www.djw.de](http://www.djw.de)). Rund 80 Teilnehmer, davon 50 Japaner aus ganz Europa und Japan, haben sich mittels Führungen und Vorträge nicht nur über die Nanotechnologie informiert, sondern auch die Botschaft mitgenommen, dass der

Standort Karlsruhe ein „Hot spot“ der Nanotechnologie in Deutschland ist. Besonders beeindruckt haben die Vorträge von Herrn Prof. Fuchs, Institut für Nanotechnologie im Forschungszentrum, und Herrn Nakazawa (Foto), General Manager Technology& Business Development der Mitsubishi Corporation, die sowohl von der wissenschaftlichen als auch der wirt-

schaftlichen Sicht einen ausgezeichneten Überblick boten und guten Anklang fanden. Ein übergreifendes Thema aller Beiträge war die Frage: Wie man aus den hervorragenden wissenschaftlichen Erkenntnissen wirklich marktreife technische Innovationen und „business“ machen kann.



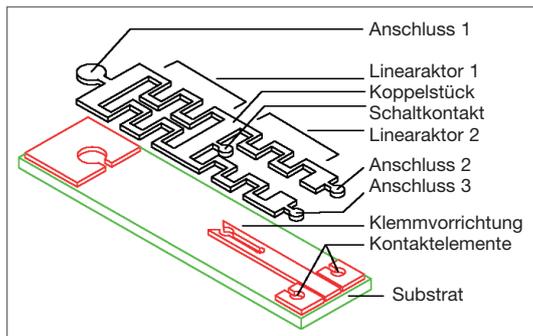
Herr Nakazawa, Mitsubishi Corporation

Technologietransfer-Angebote

## Automatische Formgedächtnis-Mikrosicherung

Im Anlagenbau werden elektromechanische Sicherungsautomaten zum Unterbrechen und Schließen elektrischer Stromkreise eingesetzt, deren typische Abmessungen im Zentimeterbereich liegen. Neue Entwicklungen der Mikrosystemtechnik eröffnen

die Möglichkeit, derartige Systeme erheblich zu verkleinern. Im Forschungszentrum wurde dazu ein neuartiger Mechanismus entwickelt, dessen zentrale Komponente aus einem monolithisch aufgebauten mikrostrukturierten Formgedächtniselement besteht.



Formgedächtnis-Mikrosicherung bestehend aus einem monolithischen Formgedächtniselement und einem Substrat mit Kontaktelementen zur mechanischen und elektrischen Verbindung. Der Steuerkreis wird von Linearaktor 2 und den Anschlüssen 2 und 3, der Lastkreis von Linearaktor 1, Anschluss 1 und dem Schaltkontakt gebildet.

strukturierten Formgedächtnislegierung (FGL) mit mäanderförmiger Gestalt. Die Linearaktoren sind zugleich Bestandteil jeweils eines elektrischen Steuerkreises oder eines elektrischen Lastkreises. Am gemeinsamen Koppelstück der Linearaktoren befindet sich der Schaltkontakt. Durch selektive elektrische Beheizung des Linearaktors 2 wird der Schaltkontakt in die Klemmvorrichtung gefahren und damit der Lastkreis geschlossen. Dabei wird der Linearaktor 1 mechanisch vorgespannt. Die dazu erforderlichen Kräfte werden durch eine Phasenumwandlung in der FGL erzeugt. Die Klemmvorrichtung sorgt nun dafür, dass der Lastkreis auch bei Abschalten der Heizleistung im Steuerkreis geschlossen bleibt. Falls im Lastkreis jedoch zu hohe Stromstärken auftreten, wird eine Phasenumwandlung im mechanisch vorgespannten Linearak-

tor 1 hervorgerufen. Die damit verbundene Rückstellbewegung führt zur galvanischen Trennung des Schaltkontakts im Lastkreis.  
Durch die Integration mechanischer Stellfunktionen, thermischer und elektrischer Funktionen in ein multifunktionales monolithisches Bauelement werden eine extrem einfache Bauweise und damit eine einfache Herstellbarkeit ermöglicht. Durch Geometrie Anpassung können funktionelle Parameter wie Kontaktkraft, Aktorhub, kritische Stromstärke, Schaltgeschwindigkeit, Zahl der reversiblen Lastwechsel etc. an die geforderte Anwendung angepasst werden. Durch die kompakte Bauweise lassen sich integrierte Sicherungsanlagen bestehend aus vielen Einzelsicherungen realisieren.  
Bei Interesse nutzen Sie unseren Fax-Abruf auf Seite 8.

■ Allgemeines

Veranstaltung

# Multi-Material-Micro-Manufacture Konferenz in Karlsruhe, 29. Juni–1. Juli 2005

Das Network of Excellence 4M (Multi-Material-Micro-Manufacture) lädt Sie ein, an seiner ersten Konferenz in Karlsruhe teilzunehmen. Dieses, von der Europäischen Kommission geförderte Netzwerk bildet eine europaweite Plattform zur Bündelung des Wissens in der „nicht Silizium“-Mikrotechnologie. Diese Konferenz hat das Ziel, zur Vernetzung und damit zur Nutzbarmachung von Synergien durch interdisziplinären Austausch beizutragen. Last but not least werden sich dort auch Experten aus allen Ge-

bieten persönlich kennen lernen. Den Call for Paper finden Sie unter: [www.4m-net.org/4M\\_Conference](http://www.4m-net.org/4M_Conference) (Deadline ist der 31. März 2005)

Jeder von uns ist ein Spezialist auf seinem eigenen Bereich der Forschungs- und Entwicklungsaktivitäten. Jedoch – wer nur einen Hammer sein Eigen nennt, dem scheint jedes Problem ein Nagel. Um den komplexen und interdisziplinären Herausforderungen der Nutzbarmachung der Mikrotechnik gerecht zu werden, brauchen wir ei-

nen guten Überblick über die Kompetenzen der anderen und können damit einen Beitrag zum Wissen der Menschheit – oder zumindest der Community der Mikrotechnologen in Europa – vermitteln. Damit werden wir einen Schritt weiterkommen, um der Mikrosystemtechnik die Zukunft zu ermöglichen, die sie verdient.



Heads of Division 4, November 2004, Kick-off Meeting in Cardiff (UK) v.r.n.l.: Andreas Schoth (IMTEK), Stefan Dimov (MEC), Erik Jung (FhG IZM), Wolfgang Menz - Network Chairman (IMTEK), Lars Mattson (KTH), Ulf Engel (Uni Erlangen), Martin Richter (FhG IZM), Paul Kirby (Uni Cranfield), Per Johander (IVF)

Wir würden uns sehr freuen, Sie in Karlsruhe kennen zu lernen – und gute Bekannte erneut begrüßen zu dürfen.

Veranstaltung



# Forschung für die Energie von Morgen Enertec Leipzig, 08.–11.03.2005

Im Forschungszentrum Karlsruhe werden im Forschungsbereich Energie Konzepte erarbeitet, die die aktuelle und zukünftige Versorgung unserer Gesellschaft mit Energie sicherstellen sollen. Mehr als 600 hoch qualifizierte Mitarbeiter forschen und entwickeln in den Programmen Kernfusion, Nukleare Sicherheitsforschung und Rationelle Energieumwandlung für eine nachhaltige Energiewirtschaft. Mit Fusionsenergie verbindet sich der

Wunsch, eine sichere und umweltverträgliche Energiequelle bereitzustellen, die für viele Jahrhunderte wesentlich zur Deckung des Elektrizitätsbedarfs der Menschheit beiträgt. Im Bereich der Reaktorforschung konzentriert sich das Forschungszentrum auf Fragen der Reaktorsicherheit und der Sicherheit der nuklearen Entsorgung, um im Interesse der Bevölkerung die wissenschaftlich-technischen Möglichkeiten zu weiteren Verbesserungen auszuschöpfen. Unter der Rationellen Ener-

gieumwandlung sind die Arbeiten zur nichtnuklearen Energietechnik zusammengefasst. Sie konzentrieren sich auf den Einsatz der Supraleitung, die Untersuchung von Verbrennungsvorgängen in Kraftwerken sowie Sicherheitsfragen beim Sekundärenergieträger Wasserstoff in Bezug auf Brennstoffzellen und mobile Anwendungen. Darüber hinaus ist die Energiegewinnung aus Biomasse ein bedeutendes Thema für die Bereitstellung von alternativen Energieträgern.

Werfen Sie mit uns einen Blick in die Zukunft der Energieversorgung! Wir informieren Sie gerne an unserem Stand über das Potenzial und den Mehrwert unserer Forschungsarbeiten im Bereich Energie für unsere Gesellschaft, und bieten in Fachvorträgen am 08.03.2005 und am 11.03.2005 einen interessanten Einblick in unsere Forschungsarbeiten.

[www.enertec-leipzig.de](http://www.enertec-leipzig.de)



# Kennen Sie die Helmholtz-Experten?

Der schnelle KLICK zur Innovation: Unter [www.helmholtz-experten.de](http://www.helmholtz-experten.de) stellt die größte deutsche Wissenschaftsorganisation, die Helmholtz-Gemeinschaft (HGF), ein umfangreiches Angebot an Technologiekompetenzen, Verfahren und Produkten dar. Die 15 deutschen Großforschungseinrichtungen als Mitglieder der HGF ergänzen auf diese Weise gemeinsam ihr Technologietransfer-Angebot und vernetzen Wissenschaft und Wirtschaft. Auf den Internetseiten können Sie intuitiv durch verschiedene Themenbe-

reiche navigieren und finden dort kurze beschreibende Abstracts mit den jeweiligen Ansprechpartnern und ihren Kontaktdaten. Im Mittelpunkt stehen somit nicht die Institutionen sondern der einzelne Forscher. So ist es bei Bedarf möglich, sehr zielorientiert zu recherchieren, kann direkt auf die jeweiligen Personen zugreifen und sich ein längeres Suchen ersparen. Auch das Forschungszentrum Karlsruhe ist dort mit 110 Einträgen vertreten und wartet auf Ihren Anruf. Besuchen Sie uns – erst im Internet und dann vor Ort! Wir freuen uns auf Sie!

[www.helmholtz-experten.de](http://www.helmholtz-experten.de)

# Fügen von transparenten Kunststoffen mittels Laser-Durchstrahlschweißen

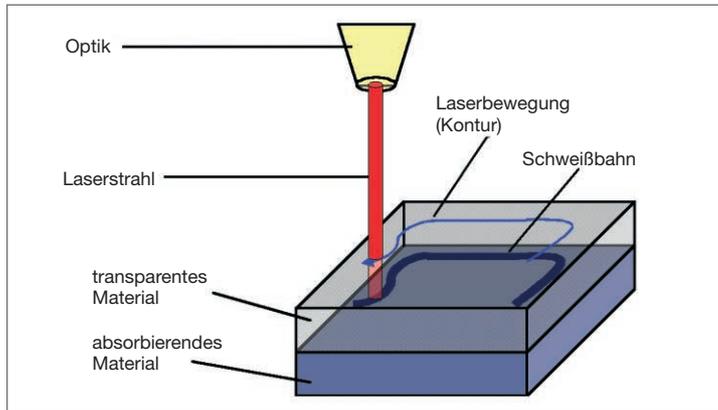
Das Laserschweißen von Polymeren stellt eine Möglichkeit dar, polymere Mikrosystem-Komponenten effizient miteinander zu verbinden. Ein besonderer Vorteil des lasergestützten Schweißens von Polymeren gegenüber den klassischen Verbindungsverfahren wie Kleben, Heizelementschweißen, Ultraschallschweißen oder Vibrations-schweißen, ist die berührungslose und flexible Arbeitsweise. Das lasergestützte Schweißen von Polymeren nach dem sogenannten „Durchstrahlschweißverfahren“ ist allerdings nur in der „Makro“-Welt etabliert. Bei diesem Verfahren wird

ein opaker Polymerwerkstoff, der mit Ruß oder Farbpigmenten versetzt ist, mittels kostengünstigem Diodenlaser mit einem transparenten Polymer verschweißt. Die Schweißzone befindet sich im Bereich der Grenzfläche zwischen transparentem und absorbierendem Kunststoff.

Um dieses lasergestützte Verfahren auch für Anwendungen in der Mikrosystemtechnik nutzbar zu machen wurde am Forschungszentrum ein neues Verfahren entwickelt. Hierbei wird der Laserstrahl mit Hilfe eines Galvo-Scannersystems über die Bauteiloberfläche gerastert. Eine aufwen-

dige Probenpositionierung ist nicht mehr erforderlich. Der Laserstrahl wird in einer Nanoschicht absorbiert und in Wärmeenergie umgewandelt. Die Temperatur in der Grenzschicht wird zeitlich parallel zum Schweißprozess von einem Pyrometer detektiert. Die Temperaturregelung reagiert im Millisekundenbereich mit einer Genauigkeit von  $\pm 5^\circ\text{C}$ . Kanalstrukturen mit einer Breite von minimal  $100\ \mu\text{m}$  konnten so gedeckelt werden. Die Kombination von Laserstrahlsstrukturierung und Laser-Durchstrahlschweißen macht auf einfache und schnelle Weise 3D Prototypen und funktionsfähige Bauteile auf Polymerbasis zugänglich.

Die Übertragung und Weiterentwicklung des Durchstrahlschweißverfahrens auf die Belange der Mikrosystemtechnik haben eine neue Füge-technik erschlossen, welche ihre Vorteile besonders im Bereich der Life Science ausspielen sollte. Prototypen können zeitnah gefügt und diverse Materialien auf ihre Tauglichkeit getestet werden. Nutzen auch Sie die Vorzüge des neuen Verfahrens. Fordern Sie weitere Informationen an über untenstehenden Fax-Abruf!



Prinzip des „klassischen“ Laser-Durchstrahlschweißverfahrens

## KONTAKT

### Forschungszentrum Karlsruhe GmbH

Stabsabteilung Marketing,  
Patente und Lizenzen (MAP)  
Postfach 36 40, 76021 Karlsruhe

Telefon: 07247 82-3921  
Fax: 07247 82-5523  
E-Mail: info@map.fzk.de

Sie finden uns auch im Internet unter der Adresse:

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

## IMPRESSUM

### Redaktion:

Dr. Thomas Windmann  
Dipl.-Kffr. Christina Männel

### Gestaltung:

Compart Werbeagentur

### Fotos:

Markus Breig, Martin Lober u.a.

### Druck:

Baur GmbH, Keltern

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

## FAX-Antwort

# 07247 82-5523

### Forschungszentrum Karlsruhe GmbH

Stabsabteilung Marketing, Patente und Lizenzen (MAP)

Bitte schicken Sie mir weitere Informationen: **Absender:**

#### Technologietransfer-Angebote:

- Klebstofflösungen
- Mikrosicherung
- Laser-Durchstrahlschweißen

#### Veranstaltungen:

- Deutsches Industrie Forum - Konferenz
- NEMO – Network of Excellence in Micro Optics
- Sonstige Wünsche

Name \_\_\_\_\_

Firma \_\_\_\_\_

Straße \_\_\_\_\_

PLZ/Ort \_\_\_\_\_

Telefon \_\_\_\_\_

E-Mail \_\_\_\_\_