



# RESEARCH TO BUSINESS

Der Newsletter für Kunden des Forschungszentrum Karlsruhe

Ausgabe 2|2006 www.fzk.de



## PANORAMA

Elektroschrott recyceln: Die Lösung bietet das Haloclean-Verfahren

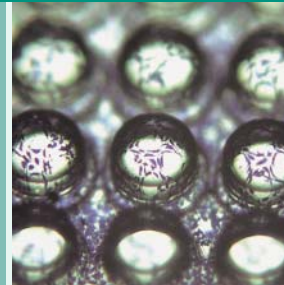
Seite 3



## TECHNOLOGIE-TRANSFER

Mikrobauteile kostengünstig in Serie herstellen

Seite 5



## TECHNOLOGIE-TRANSFER

Flexible Folienchips für die Lebenswissenschaften

Seite 6

## Editorial



Liebe Leserinnen, liebe Leser,

„alle Ding' sind Gift und nichts ohn' Gift; allein die Dosis macht, dass ein Ding kein Gift ist“ – das wusste Paracelsus bereits Anfang des 16. Jahrhunderts. Doch die Toxizität, also das Ausmaß der Giftwirkung auf den Menschen, wird von zahlreichen Faktoren bestimmt. Nicht bei jeder Substanz kann eine Wirkungsschwelle angegeben werden. Bei genverändernden Stoffen oder Allergenen reicht ein Molekül aus, die entsprechende Reaktion auszulösen. Gerade in der Nanotechnologie können gezielte Wirkung und Nebeneffekte einzelner Atome nahe beieinander liegen. Umso wichtiger ist der verantwortungsvolle Umgang mit Nanomaterialien. Jede Technik hat Folgen, auch die Nano-technologie, und nichts ist ohne Folgen. Unsere Aktivitäten im Bereich Toxikologie und Technikfolgenabschätzung helfen, dass Forschung den Menschen und der Gesellschaft dient.

*Thomas Windmann*

Dr. Thomas Windmann

## Der Schatten der Zwerge – Wissenschaftler erforschen Risiken von Nanoprodukten

Toxikologische Tests für Nanotechnologie: Das vom Forschungszentrum Karlsruhe koordinierte Großprojekt NanoCare untersucht Auswirkungen auf Mensch und Umwelt.

Ein Hemd, von dem der Rotwein einfach abperlt, Reifen, die selbst auf Eis noch bremsen, Brillengläser und Automobillackierungen, die nicht zerkratzen, oder Computer, in denen ein leistungsfähiger Chip arbeitet – dies sind alles Produkte aus dem Zeitalter der Nanotechnologie, die zu den Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts zählt. Der sich abzeichnende Nano-Boom, der mit vielen neuen Anwendungen und Produktionsstätten einhergehen wird, fasziniert Wissenschaft, Wirtschaft und Politik. Für die nächsten fünf bis zehn Jahre etwa wird ein Nanoweltmarktvolumen von einer Billion Euro und mehreren Millionen neuer Arbeitsplätze prognostiziert. „Dieser Boom hat allerdings auch eine Kehrseite. Jede Technologie hat irgendwelche Nebenwirkungen, und wir sind verpflichtet, diese Nebenwirkungen rechtzeitig zu erkennen und zu vermeiden“, stellt Professor Dr. Harald Krug, Leiter der Abteilung Molekulare Umwelttoxikologie des Instituts für Toxikologie und Genetik im Forschungszentrum Karlsruhe und Mitinitiator von NanoCare fest. Die an NanoCare beteiligten Projektpartner wollen einen verantwortungsbewussten Einsatz von Nanopartikeln. NanoCare ist ein vom Bun-



Putzmittel mit Nanopartikeln, die bei Keramik- und Glasoberflächen Wasser und Schmutz abweisen sollen, stehen Medienberichten zu Folge besonders im Kreuzfeuer der Kritik. Die Mittel werden in Pumpflaschen und in Spraydosen im Handel angeboten

desforschungsministerium gefördertes Projekt. 15 Partner aus Industrie und Wissenschaft erarbeiten erstmals systematisch Informationen zur Auswirkung industriell hergestellter Nanopartikel auf Gesundheit und Umwelt. Das BMBF stellt für NanoCare in den nächsten drei Jahren rund fünf Millionen Euro zur Verfügung. Die Industriepartner, darunter Firmen wie Bayer, BASF und Degussa, investieren 2,6 Millionen Euro. Die Koordination

des Projekts liegt beim Institut für Toxikologie und Genetik. Auch die Institute für Technikfolgenabschätzung und Systemanalyse, Angewandte Informatik und Technische Chemie beteiligen sich an NanoCare.

### WEITERE INFORMATIONEN

- [www.nanopartikel.info](http://www.nanopartikel.info)
- [www.nanomat.de](http://www.nanomat.de)
- [www.dechema.de/nanosafety](http://www.dechema.de/nanosafety)



Auf der Suche nach kostengünstigen Alternativen zur Mikrotechnologie. Im Bild Dr. Ralf Anselmann, Forschungsleiter des Degussa Science to Business Center Nanotronics, mit extrem feinen Partikeln aus dem Halbleitermaterial Silizium

## Marktchancen von morgen nutzen – mit High-tech-Tinte Elektronik drucken

Die Degussa AG, und das Forschungszentrum Karlsruhe entwickeln Zukunftstechnologien auf Basis halbleitender Nanopartikel.

Die Wissenschaftler der Degussa und des Forschungszentrums Karlsruhe wollen zusammen Nanopartikelsysteme entwickeln, die den Druck elektronischer Bauelemente für preiswerte Elektronikprodukten für den einmaligen Gebrauch ermöglichen. Ein Beispiel sind Funketiketten für Waren im Supermarkt, die Preis und Haltbarkeitsdatum anzeigen. Ziel ist die Entwicklung einer Technologie, mit der solche

Funketiketten – so genannte RFID-Tags (Radio Frequency Identification) – nicht auf Basis der Mikrochiptechnologie hergestellt, sondern deutlich preiswerter in wenigen Arbeitsvorgängen gedruckt werden. „Wir wollen die gute Druckbarkeit organischer Materialien mit den hervorragenden elektrischen Eigenschaften anorganischer Halbleiter verbinden“, so Dr. Roland Schmechel, Leiter der neuen Arbeitsgruppe im Institut für Nanotechnologie

des Forschungszentrums Karlsruhe. „Das wäre eine Revolution für die Elektronik.“

Die 140 Mitarbeiter des Instituts für Nanotechnologie im Forschungszentrum Karlsruhe verfügen über einzigartige Kenntnisse auf den Gebieten nanostrukturierter Materialien und dem Elektronentransport durch nanoskalige Systeme. Degussa hat umfangreiches Know-how in der Forschung und Entwicklung von Nanomaterialien. Die neu geschlossene Forschungskooperation hat einen Umfang von zwei Millionen Euro, die je zur Hälfte von beiden Partnern getragen werden.

Die Vision der druckbaren Elektronik zielt auf die Herstellung elektronischer Schaltungen durch kostengünstige Massendruckverfahren. Elektronische Bauteile, die nicht aus einem wochenlangen Fertigungsprozess hervorgehen, sondern innerhalb von Sekunden auf einer Druckmaschine entstehen, bergen ein enormes wirtschaftliches Potenzial. Experten schätzen Marktvolumen im Jahr 2015 auf rund 30 Milliarden Euro.

### KONTAKT

Degussa Science to Business Center Nanotronics  
Dr. Ralf Anselmann  
Telefon 02365 49-7279  
E-Mail ralf.anselmann@degussa.com

Forschungszentrum Karlsruhe  
Institut für Nanotechnologie  
Dr. habil. Roland Schmechel  
Telefon 07247 82-8364  
E-Mail roland.schmechel@int.fzk.de

## »»»» NEUES AUS DER FORSCHUNG

### »»»» Eine DVD in fünf Sekunden

Das wissenschaftliche Grid Computing hat einen weiteren Meilenstein erreicht: Während eines Tests wurde ein stabiler Datentransfer vom europäischen Forschungszentrum CERN in Genf an zwölf weltweit verteilte große Forschungszentren, darunter das Forschungszentrum Karlsruhe, mit einer Leistung von bis zu einem Gigabyte pro Sekunde erzielt. Die Transferraten sind vergleichbar mit der Übertragung des Inhalts einer vollständig beschriebenen DVD im Fünf-Sekunden-Takt.

Dies ist ein wichtiger Meilenstein auf dem Weg zu den für 2007 geplanten Experimenten am weltweit größten Teilchenbeschleuniger. [www.gridka.de](http://www.gridka.de)

### »»»» Essay-Wettbewerb

Ist Technik die Zukunft der menschlichen Natur? Die Suche nach Antworten sei unverzichtbar, meinen die Juroren des Essay-Wettbewerbs des Forschungszentrums Karlsruhe. Zumal dann, wenn es um Fragen geht, die unser aller Zukunft betreffen.

Mit dem Wettbewerb werden insbesondere junge Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aller Fachrichtungen aufgefordert, über Kontexte und Auswirkungen ihrer zunehmend spezialisierten Forschung nachzudenken. Teilnehmen kann jeder aus Forschung, Lehre und Wirtschaft, der nicht älter als 40 Jahre ist. Einsendeschluss ist der 31. Juli 2006.

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

### »»»» Portal für die Informatik

Das Fachinformationszentrum Karlsruhe, Dienstleister und Servicepartner für das Informationsmanagement und den Wissenstransfer in Wissenschaft und Wirtschaft, hat sein Informatikportal IO-PORT.net eröffnet. Erstmals wird damit das weltweite Informatikwissen gebündelt. Die aktuellen Forschungsgebiete und Theorien der Informatik gibt es sonst nirgendwo. Das Informationsportal ermöglicht Informatikern den Zugriff auf mehr als zwei Millionen Publikationen – Zeitschriftenartikel, Konferenzbeiträge, Dissertationen oder technische Berichte zu den relevanten Forschungsgebieten.

[www.io-port.net](http://www.io-port.net)



## Elektroschrott – vom Sondermüll zum Wertstoff

Am 24. März 2006 ist das Elektro- und Elektronikgerätegesetz (ElektroG) in Kraft getreten. Verbraucher können ihre Altgeräte kostenlos bei kommunalen Sammelstellen abgeben.

Die Hersteller sind verpflichtet, die dort gesammelten Geräte zurückzunehmen und nach dem Stand der Technik sicher zu entsorgen. Doch wie sieht die Entsorgung aus? Wie sind die von europäischem und deutschem Recht geforderten Recyclingquoten zu erreichen? Eine Antwort auf diese Fragen gibt Haloclean, ein im Forschungszentrum Karlsruhe im Auftrag der Europäischen Union und mit Unterstützung des Umweltministeriums Baden-Württemberg entwickeltes Verfahren insbesondere für die Verwertung schadstoffbelasteter Abfälle aus der Demontage von Elektroaltgeräten.

Von A wie Abzugshaube bis Z wie elektrische Zahnbürste reichen die Produkte, die als Elektronikschrott anfallen. Dazwischen lässt sich über Computer, Gameboy, Rasierapparat und Walkman praktisch das ganze Alphabet buchstabieren. Das Haloclean-Verfahren beruht auf einer thermisch-chemischen Behandlung von vorbehandeltem und geschreddertem Elektronikschrott in gasdichten Drehrohren mit Förderschnecken. Herzstück der Anlage ist ein Reaktor. Dr. Andreas Hornung, Projektleiter am Institut für Technische Chemie, erreicht damit eine hohe Wertschöpfung an Edelmetallen. Entstehende Gas- und Ölanteile werden entweder stofflich verwertet oder zur Energiegewinnung ge-

nutzt, zusätzlich erfolgt eine Rückgewinnung von Brom. Brom verwendet die Industrie in Form von Bromwasserstoff als Grundstoff weiter. „Durch die hohe Recyclingquote von 99 Prozent ist Haloclean wirtschaftlich konkurrenzfähig“, freut sich Andreas Hornung. „Das Verfahren läuft langzeitstabil und ist reif für die technische Anwendung. Gemeinsam mit unserem Kooperationspartner Sea Marconi planen wir den Aufbau einer mobilen Anlage mit einem Jahresdurchsatz von 6000 Tonnen.“

### Drei Fragen an Günther Albrecht vom Umweltministerium des Landes Baden-Württemberg

**RESEARCH TO BUSINESS: Das Land Baden-Württemberg unterstützte das Projekt Haloclean. Mit welchem Ziel?**

**Günther Albrecht:** *Der Projektansatz, Abfälle dort zu verwerten, wo sie entstehen, ist unter ökologischen Gesichtspunkten sinnvoll. Der vorgelegte integrierte Lösungsansatz durch die Einbindung kompetenter Partner aus Industrie, Forschung und öffentlicher Hand hat uns überzeugt. Anhand der Datenbasis kann eine Beurteilung erfolgen, ob das Verfahren auch unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten für eine industrielle Umsetzung geeignet*

*ist, und damit auch die Wettbewerbsfähigkeit kleiner und mittlerer Unternehmen durch den Zusammenschluss von regionalen Netzwerken verbessert werden kann. Weil wir uns mit diesem Projekt wichtige Impulse für die Verwertung von belasteten Kunststoffen in mehreren Bereichen erhoffen, hat das Land das Projekt gefördert.*

**Das Elektro- und Elektronikgerätegesetz beruht auf europäischen Vorgaben. Welche Verpflichtungen haben die Mitgliedstaaten? Die Europäische Richtlinie über Elektro- und Elektronikaltgeräte**

**Was ändert sich für die Verbraucher und die Hersteller?**

*Der Verbraucher wird zumeist von den Neuerungen nichts mitbekommen. In Baden-Württemberg werden die Stadt- und Landkreise weiterhin wie gewohnt alte Elektrogeräte in einem Hol- oder Bringsystem annehmen. Für Geräte, die an kommunale Sammelstellen gebracht werden, fallen keine Kosten an. Holen die Stadt- und Landkreise Altgeräte ab, stellt dies eine Dienstleistung dar, die gesondert berechnet werden kann.*

*Den Herstellern wird künftig im Rahmen der Produktverantwortung*



*Elektro- und Elektronikgeräte sind aus dem Alltag nicht mehr wegzudenken. Doch ihre Lebensdauer ist begrenzt. Da Elektro- und Elektronik-Altgeräte erhebliche Mengen an Schadstoffen wie Quecksilber, Blei, Cadmium, bromierte Flammschutzmittel oder Fluorchlorkohlenwasserstoffe enthalten, stellen sie eine Belastung kommunaler Abfälle dar. Darüber hinaus gehen bei der herkömmlichen Entsorgung über Verbrennungsanlagen und mechanisch-biologischen Behandlungsanlagen wertvolle Rohstoffe wie Edelmetalle und Kupfer oder sortenreine Kunststoffe verloren.*

*schreibt den Mitgliedstaaten vor, jährlich vier Kilogramm pro Einwohner an Elektro- und Elektronikaltgeräten aus privaten Haushalten zu erfassen. Über ihre Aktivitäten haben die Mitgliedstaaten der Kommission regelmäßig zu berichten. In Baden-Württemberg haben wir diese Vorgabe schon im Jahr 2005 mit rund fünf Kilogramm pro Einwohner übertroffen. Insgesamt dürfte die geforderte Sammelmenge von vier Kilogramm Deutschland nicht vor eine unlösbare Aufgabe stellen.*

*Die ordnungsgemäße Verwertung der erfassten Altgeräte auferlegt. Die Abholkoordination obliegt der Stiftung Elektro-Altgeräteregister (EAR), einer Einrichtung der Wirtschaft. Bei EAR müssen sich alle Hersteller, die Elektro- und Elektronikgeräte in Deutschland verkaufen, registrieren. Zudem müssen die Hersteller die Absicherung der anfallenden Entsorgungskosten im Falle einer Insolvenz garantieren – und zwar für alle Geräte, die in privaten Haushalten verwendet werden.*

#### Geschätzte Menge der Altgeräte in Deutschland pro Jahr

Haushaltsgeräte	630 000 t
Unterhaltungselektronik	400 000 t
EDV/Informationstechnik	110 000 t
Büromaschinen	110 000 t
Kommunikationstechnik	140 000 t
Industrieelektronik	360 000 t
Medizintechnik	50 000 t
<b>Gesamt</b>	<b>1 800 000 t</b>

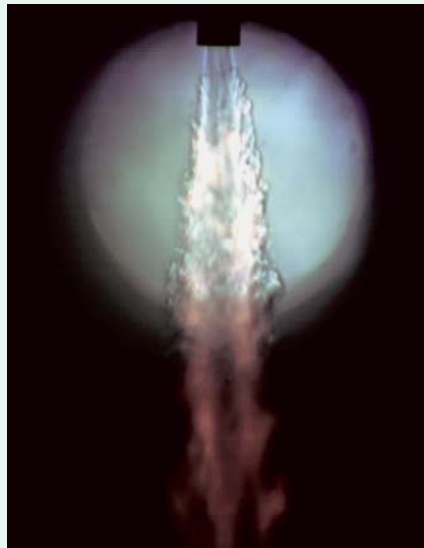
(Quelle: Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit)

## Ein temperaturfestes Magnetventil hilft der Verbrennungsforschung

Das richtige Material: Experiment bestätigt Modellrechnungen.

Bei der Motorenentwicklung liegen heute die Ziele in einer kraftstoffeffizienten Verbrennungsführung bei gleichzeitiger Schadstoffreduktion. Das Institut für Kern- und Energietechnik beschäftigt sich mit diesem Themengebiet innerhalb des DFG-Sonderforschungsbereichs 606. Neben der Modellentwicklung zur Beschreibung von turbulenten Flammen werden Selbstzündungsprozesse unter technisch relevanten Hochdruckbedingungen mit Hilfe von laseroptischen Messverfahren erforscht. Lokale Geschwindigkeiten im Strömungsfeld können durch Laser-Doppler-Anemometrie (LDA) und Particle Image Velocimetry (PIV) gemessen werden. Für kleine Volumenabmessungen wurde die tomografische LDA entwickelt.

Um die Selbstzündung von Brenngas-Freistrahlen zu untersuchen, muss der verwendete Kohlenwasserstoff zunächst in einen superkritischen Fluidzustand überführt werden, von wo aus er in die Zündkammer eingedüst



Ein Blick in die Brennkammer: Aus der Einspritzdüse tritt gasförmiger Brennstoff aus

wird. Durch hohe Drücke und Temperaturen bleibt der Brennstoff auch nach der Injektion gasförmig. Aus Gründen der Reproduzierbarkeit und Synchronisation mit der Messtechnik muss diese Eindüsung zeitlich exakt kontrolliert erfolgen. Diese Anforderungen erfüllen Magnetventile am besten. Auf Grund der Betriebsbedingungen 70 bar und 400 Grad Celsius musste der verwendete Solenoid-Injektor modifiziert werden.

Für Federn, Dichtungen und Führungsteile haben die Forscher temperaturfeste Materialien verwendet. Die Magnetspule selbst besteht aus einem keramischen Träger, auf den metallischer Spulendraht aufgewickelt ist. Die Oxidschicht auf der Oberfläche des elektrischen Leiters wirkt dabei zu den Nachbardrähten elektrisch isolierend. Diese Konstruktion sorgt für einen zuverlässigen Betrieb des Magnetventils.

### WEITERE INFORMATIONEN

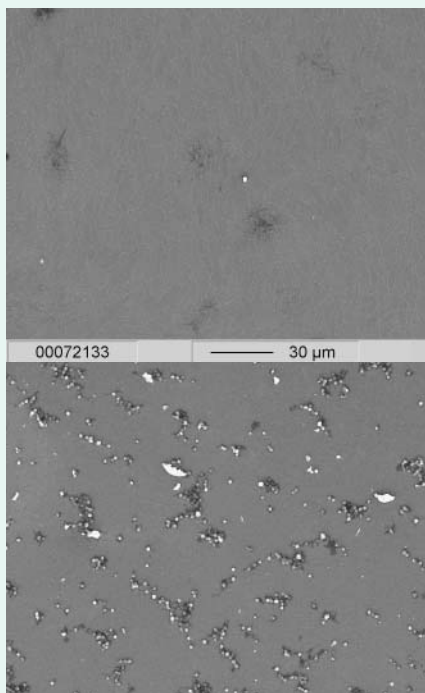
- Nutzen Sie beiliegende Faxantwort

### ARTIKEL INTERESSANT FÜR

- Verfahrenstechnik
- Chemische Industrie
- Magnetventil-Hersteller
- Verbrennungstechnik

## Biokompatible Werkstoffe

Oberflächen werden durch nanotechnologische Verfahren mit amorphen Kohlenstoffschichten thrombogen oder antithrombogen eingestellt.



Aufnahme einer Schicht mit dem Rasterelektronenmikroskop: mit schwacher (oben) und starker Thrombozytenhaftung (unten)

Die Mechanismen, die die Blutgerinnung an einer Fremdoberfläche bestimmen, sind sehr komplex und gegenwärtig noch nicht vollständig erforscht. Das Zellverhalten, wie Anhaftung, Zellteilung und Differenzierung, wird auch durch die Oberflächeneigenschaften eines Implantats beeinflusst. Für die Integration und Verträglichkeit eines Implantats im Körper spielen daher die Oberflächeneigenschaften der eingesetzten Werkstoffe eine große Rolle. Zur Beschichtung von Oberflächen mit amorphen Kohlenstoffschichten haben Wissenschaftler des Instituts für Materialforschung ein neues Verfahren entwickelt. Die Anwendung neuartiger Werkstoffe in den Schlüsseltechnologien, für Laborgefäße, Stents, Katheter, Operationsmaterial oder Mikroreaktoren, wird oftmals bestimmt durch einen temporären Kontakt oder eine dauerhafte Wechselwirkung der Oberflächen mit organischen oder biologischen Medien oder Zellkulturen. Dabei ist die Be- und Entnetzung der Oberflächen von zentraler Bedeutung für die Funktion der technischen Komponenten und Systeme.

Amorphe Kohlenstoffschichten gelten seit langem als vielversprechende biokompatible Werkstoffe für vielfältige Anwendungen. Ih-

re Blutverträglichkeit ist ebenfalls bekannt. Das Verfahren erlaubt nun einen signifikanten Fortschritt durch eine maßgeschneiderte Einstellung der Biofunktionalität dieser Kohlenstoffoberflächen. Die Forschungsarbeiten zeigen einen eindeutigen Zusammenhang zwischen der Oberflächenbeschaffenheit von amorphen Kohlenstoffschichten und ihrer Thrombogenität. Die amorphen Kohlenstoffschichten wurden durch nichtreaktives Magnetron-Sputtern auf Materialien wie Titan, Titanlegierungen, nichtrostende Stähle und Polymeren abgeschieden. Durch eine gezielte Wahl der Prozessparameter wurde die Morphologie und Konstitution der Schichten systematisch eingestellt. Das Adhäsionsverhalten der Thrombozyten gegenüber den amorphen Kohlenstoffschichten ist maßgeblich von deren Oberflächenenergie abhängig. Schichten mit einer niedrigen Oberflächenenergie zeigen ein thrombozytenanziehendes Verhalten (thrombogene Kohlenstoffschichten), während Schichten mit einer hohen Oberflächenenergie ein thrombozytenabstoßendes Verhalten (anti-thrombogene Schichten) zeigen.

### WEITERE INFORMATIONEN

- Nutzen Sie beiliegende Faxantwort

### ARTIKEL INTERESSANT FÜR

- Medizintechnik
- Biotechnologie
- Pharmazie
- Mikrosystem- und Verfahrenstechnik



Das Institut für Mikrostrukturtechnik produziert Anker und Zahnräder aus unterschiedlichen Materialien

## Mikrobauteile mit Sub-Mikrometer-Präzision aus Kunststoff und Metall

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 2).

Das am Forschungszentrum Karlsruhe entwickelte LIGA-Verfahren kommt bei der Herstellung von Mikrobauteilen immer dann zum Einsatz, wenn nahezu beliebige laterale Geometrien, geringste Rauigkeit sowie große Strukturhöhen bei gleichzeitig höchstpräzisen Details gefragt sind. Das Verfahren umfasst drei Teilschritte: Zuerst wird eine röntgenempfindliche Polymerschicht durch den Schattenwurf einer Arbeitsmaske mit energiereichem und parallelem Röntgenlicht aus einem Synchrotron bestrahlt und die belichteten Bereiche selektiv nasschemisch herausgelöst. Im folgenden Schritt wird in den entstandenen Kavitäten galvanisch ein Metall abgeschieden. Nach dem Aufwachsen des Metalls wird die Oberfläche durch Läppen, Fräsen oder Polieren mechanisch nachbearbeitet. Nach dem Entfernen des noch vorhandenen Polymers verbleiben metallische Mikrostrukturen. Lässt man hingegen das Metall deutlich

über die Polymerschicht hinauswachsen, erhält man eine zusammenhängende stabile metallische Platte, welche die Mikrostruktur trägt und die als Werkzeug für den dritten Prozessschritt, die Abformung, dient. Mit den Abformverfahren Heißprägen und Spritzgießen lassen sich sehr viele Mikrobauteile parallel und weitgehend automatisiert in Kunststoff oder Keramik produzieren. Kommt zu den hohen Anforderungen an die Genauigkeit auch noch der Wunsch, große Kräfte dauerhaft auf möglichst kleinem Raum zu übertragen, ist als Werkstoff Metall die erste Wahl. Mit direktlithographisch hergestellten Mikrobauteilen aus Gold, Nickel oder Legierungen eröffnen sich völlig neue Perspektiven im Bereich der Mikromechanik. Beispielsweise können in Qualität 5 hergestellte, zwei Millimeter hohe Zahnräder für Getriebe mit einem Durchmesser von vier Millimetern große Kräfte spiel- und verschleißbar übertragen. Stark miniaturisierte Bauteile mit beliebigen Geometrien – etwa modifizierte Evolventen- oder Zykloidenverzahnungen, dreieckige Bohrungen und hochstehende Bauteile mit kleinem Querschnitt – werden durch das lithographische Verfahren mit gleichbleibender Qualität hergestellt und eröffnen dem Konstrukteur völlig neue Gestaltungsspielräume.

Mit LIGA hergestellte Abformwerkzeuge und Formeinsätze ermöglichen die kostengünsti-

ge Serienfertigung von Mikroteilen aus Kunststoff und Keramik. Durch das Herstellungsverfahren mit Röntgentiefenlithographie entstehen hohe Seitenwände, aber keine Hinterschnitte, und zusammen mit der geringen Seitenwandrauigkeit sind die Mikroteile sehr gut entformbar. Durch diese Sub-Mikrometer-Präzision sowie die optische Qualität bei Oberflächen und Seitenwänden entsteht eine exakte Kopie bei der Kunststoffabformung durch Mikrospritzguss oder Mikroheißprägen, die insbesondere im Bereich der Mikrooptik zum Einsatz kommt. Typische Beispiele sind Kunststoff-Spektrometerbauteile und optische Lichtleiter für den Consumerbereich, aber auch Entwicklungen mit Zu-

### KNMF

Die Technologieplattform „Karlsruhe Nano Micro Facility“, kurz KNMF, konzentriert das gesamte interdisziplinäre Angebot der im Forschungszentrum Karlsruhe vorhandenen Nano- und Mikrotechnologien und bietet eine einmalige technische und wissenschaftliche Infrastruktur. Dazu zählen alle Prozesse zur Herstellung von Mikro- und Nanostrukturen, -komponenten und -materialien sowie deren Charakterisierung – Technologien für Produkte aus Polymeren, Keramiken und Metallen. KNMF bietet Unterstützung in Forschung und Entwicklung innovativer Ideen und einen direkten Zugang zu Prozessen, Geräten und Expertenwissen. Durch ein kundenorientiertes Management kümmert sich nur ein Ansprechpartner um den Auftraggeber, von der Beratung über Design bis hin zu Funktions- und Labormustern. Unternehmen minimieren in Zusammenarbeit mit Karlsruhe Nano Micro Facility ihre Forschungs- und Entwicklungskosten sowie ihre Risiken.

kunftspotenzial wie photonische Kristalle. Auch in Medizin und Pharmatechnik, wo aus hygienischen Gründen Einwegprodukte kostengünstige Polymerkomponenten erfordern, finden sich Beispiele für heißgeprägte LIGA-Bauteile wie Mikrotiterplatten mit integrierten Kapillarelektrophoresestrukturen für anspruchsvolle Analysen.

#### Technische Daten

Max. Strukturhöhe: 3000 µm  
 Oberflächenrauigkeit: Ra <= 50 nm  
 Metalle: Ni, NiCo, NiFe, NiP, Au, Cu  
 Kunststoffe: PMMA, POM, PSU, PEEK, PVDF, PC, LCP, PA, PE  
 Keramiken: PZT, PMNT, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ZrO<sub>2</sub>

#### WEITERE INFORMATIONEN

- Nutzen Sie beiliegende Faxantwort

#### ARTIKEL INTERESSANT FÜR

- Hersteller von Präzisions-Messgeräten
- Medizintechnik
- Automatisierungstechnik
- Anwender von RFID-Systemen

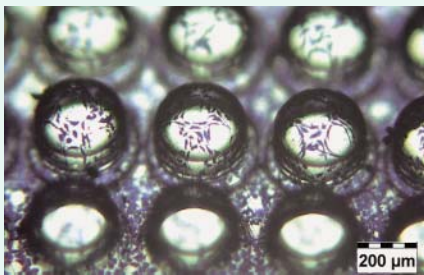
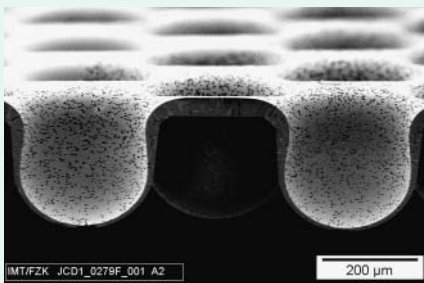
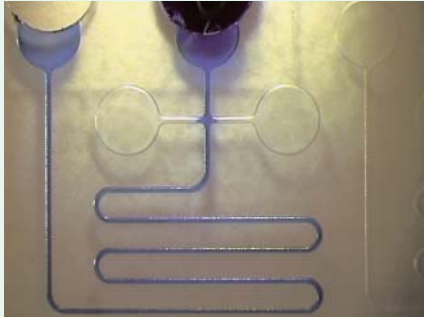
#### LIKE THIS? TRY THAT?

- „Forschen mit Synchrotronstrahlung“ (Seite 8)



## Polymere Folienchips für die Lebenswissenschaften

Mit einem weltweit neuen Verfahren werden Mikrochips aus dünnen Polymerfolien günstiger hergestellt.



Wissenschaftler der Institute für Mikrostrukturtechnik und Biologische Grenzflächen haben ein neues Verfahren zur günstigen Herstellung von Mikrochips aus dünnen Polymerfolien und -membranen entwickelt – vorwiegend für Anwendungen aus den modernen Lebenswissenschaften. Dies sind hauptsächlich mikrofluidische Applikationen wie so genannte „Lab-on-a-Chip“-Systeme oder „Micro Total Analysis Systems“. Eine weitere Anwendung ist das Micropackaging. Das Verfahren basiert auf einem mikrotechnischen Thermoformprozess. Dabei werden in einer einfachen beheizbaren Laborpresse erwärmte thermoplastische Polymerfolien durch ein Gas in die evakuierten Kavitäten eingeformt. Die Polymerfolien haben eine Dicke von fünf bis 50 Mikrometern und werden unter einem Druck von 50 bar geformt. Im nachfolgenden Maschinenzklus der gleichen Presse kann die Folie mit den thermogeformten Mikrostrukturen ohne vorheriges Entformen fluidisch dicht auf eine weitere Folie gebondet werden. Zum zentralen Formprozess wurden eine Reihe von assoziierten Pre- und Post-Prozesspaaren entwickelt: Schwerionen-

1. Kapillarelektrophorese-Struktur eines 16-fach-CE-Chips aus Polystyrol
2. Mikroperforierte Zellcontainer eines 625-fach-Zellkultur-Chips aus Polycarbonat
3. Polystyrol-Mikrocontainer mit Zelladhäsionsmuster

beschuss der ebenen Folie (vor dem Formen) und Ionensprätzen (nach dem Formen); UV-basierte Oberflächenmodifikation durch Lithografiemasken bei minimalem Proximityabstand (vor dem Formen) und nasschemische Funktionalisierung (nach dem Formen); Bekleidung und Aktivierung (vor dem Formen) und außenstromlose galvanische Metallabscheidung (nach dem Formen). So entstehen beispielsweise mikroperforierte, mikrostrukturiert oberflächenfunktionalisierte und mit Mikroelektroden versehene, dreidimensionale Mikrostrukturen aus Polymermembranen. Der mikrotechnische Prozess Thermoformen mit seinen Produkten hat die gleichen Vorteile wie der makroskopische Prozess und darüber hinaus spezifische, erst in Mikroskalen auftretende, Eigenschaften. Diese resultieren aus der speziellen, für mikrotechnische Produkte ungewöhnlichen Morphologie. Die hohlen Folienmikrostrukturen sind freistehend, unvergraben und dünnwandig. Ihre Eigenschaften sind kleines Volumen und kleine Masse, hohe Flexibilität, geringer thermischer Widerstand und Wärmekapazität sowie eine geringe Lichtabsorption und Eigenfluoreszenz. Diese Eigenschaften führen zu verbesserten oder neuen Anwendungen. Durch die Flexibilität des Folienformats sind Endlosprozesse nicht nur in der Massenproduktion sondern auch in der Anwendung möglich, etwa bei Hochdurchsatz-Screenings von toxischen Substanzen oder pharmazeutischen Wirkstoffen.

### WEITERE INFORMATIONEN

- Nutzen Sie beiliegende Faxantwort

### ARTIKEL INTERESSANT FÜR

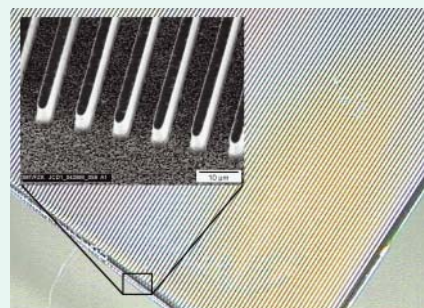
- Bioanalytik und Chemische Analytik
- Biotechnologie
- Pharmazie

## Mikrostrukturmagnete für mikrofluidische Bead-Reaktoren

Magnetische Beads mit Durchmessern von wenigen Mikrometern sind heute Standardwerkzeuge im Bereich der Biotechnologie. Die funktionalisierte Oberfläche dieser Polymerkugeln erlaubt die hochspezifische Bindung etwa von Proteinen. Der superparamagnetische Kern ermöglicht eine Manipulation mit Hilfe prozessneutraler magnetischer Felder.

Wenige Mikrometer breite Permalloy-Strukturen sind auf Grund ihrer hohen magnetischen Permeabilität in der Lage, Magnetfelder auf Bereiche ähnlicher Breite zu fokussieren. Somit können auch in einem schwachen

homogenen Magnetfeld lokal hohe Kräfte auf magnetische Beads erzeugt werden. Eine schnelle Fixierung oder Freisetzung von Beads wird dann allein durch das Schalten einer externen Magnetspule machbar.



Optische Lithographie und Galvanik ermöglichen eine flexible Herstellung unterschiedlichster Mikrostruktur-Designs und hohen Aspektverhältnissen. Anschließendes Eingießen in Kunststoff vereinfacht weitere Aufbau- und Verbindungsprozesse.

Die Integration solcher Mikrostrukturmagnete in ein mikrofluidisches System bietet die Möglichkeit, flexible Reaktorsysteme für geringste Probenmengen herzustellen. Beads unterschiedlichster Funktionalisierung können eingespült, fixiert und bei Bedarf ausgespült werden und stehen zur Reaktion für einströmende Flüssigkeiten zu Verfügung.

### WEITERE INFORMATIONEN

- Nutzen Sie beiliegende Faxantwort

### ARTIKEL INTERESSANT FÜR

- Bio- und Medizintechnik

### NEXT CONFERENCE

- 9th International Conference on Microreaction Technology (Seite 8)

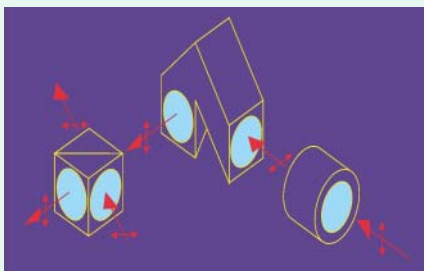
Details einer Permalloy-Mikrostruktur mit einer Gesamtfläche von zwei Quadratzentimetern. Die drei Mikrometer breiten Stege haben eine Höhe von etwa zehn Mikrometern

## Ringresonator ohne Astigmatismus

Eine spezielle Prismenkombination macht fehlerfreie Abbildung möglich.

Einen Einmodenpuls-Laser entwickelten Wissenschaftler am Institut für Meteorologie und Klimaforschung. Der leistungsstarke Laser (circa 250 Megawatt) ist weit abstimbar (750 bis 950 Nanometer) und erlaubt Pulsenergien bis zu 0,7 Joule. Die hohe Ausgangsenergie liefert ein regenerativer Titan-Saphir-Laserverstärker in einem Ringresonator. Die Laserpulse durchlaufen den Verstärkerring bis zu zwölf Mal, um die maximale Ausgangsenergie zu erreichen.

Die größte Herausforderung bei der Pulsverstärkung stellt die Korrektur der astigmatischen thermischen Linse des blitzlampengepumpten und wassergekühlten Lasermediums dar. Dieses Problem konnte jetzt durch eine raffinierte Anordnung von Prismen und Linsen gelöst werden. Zunächst korrigieren zwei sphärische Linsen die thermische Linse so, als wäre sie astigmatismusfrei. Der Astigmatismus selbst wird durch eine spezielle Prismenkombination kompensiert, welche die Laserpulse bei jedem Umlauf so verdreht, dass der Astigmatismus selbst das verzerrte Strahlprofil wieder entzerrt. Das geschieht völlig unabhängig von der Stärke der thermischen Linse und dessen Astigmatismus – ein großer



Eine spezielle Prismenkombination wird mit der Pockeszelle (rechts) und dem Glanprisma (links) verbunden

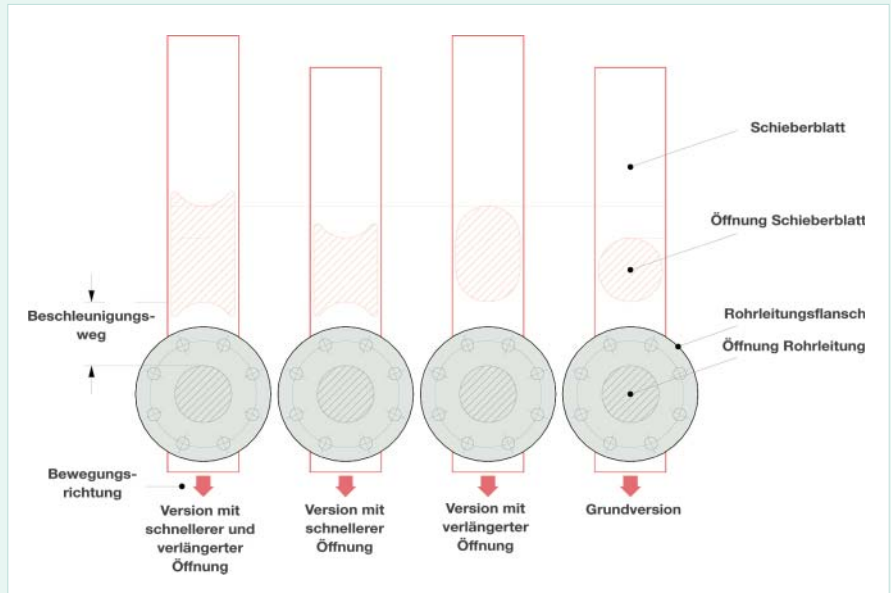
Vorteil, wenn mit variabler Pumpenenergie gearbeitet werden soll. Darüber hinaus dient diese spezielle Prismenkombination in Verbindung mit Pockeszelle und Glanprisma als optischer Schalter für das Ein- und Auskoppeln von Laserpulsen in den Ringresonator. Dieses antiastigmatische Kompensationsverfahren könnte in vielen Applikationen mit astigmatischen Lasermedien in einen Ringresonator eingesetzt werden.

### WEITERE INFORMATIONEN

- Nutzen Sie beiliegende Faxantwort

### ARTIKEL INTERESSANT FÜR

- Laserhersteller



Die vier Versionen zeigen den „Schnellen Schieber“ mit unterschiedlichen Schieberblattgeometrien

## Eine innovative Abreinigungsarmatur

Die am Forschungszentrum Karlsruhe entwickelte Abreinigungsarmatur optimiert die bisher bekannten Verfahren.

Zur Regeneration von Filterelementen mittels Coupled Pressure Pulse (CPP) wird ein kurzer Druckimpuls erzeugt. Hierzu wird der gesamte Rohrleitungsquerschnitt der Abreinigungsleitung möglichst schnell geöffnet und wieder verschlossen. Die Öffnung des Querschnitts sollte hierbei in weniger als 0,5 Sekunden erfolgen, damit der Überdruck in den Filterelementen möglichst schnell auf einen hohen Wert ansteigt. Zur Bereitstellung des notwendigen Massenstroms bei gleichzeitig akzeptablem Druckverlust sind Rohrleitungsquerschnitte bis zu einem Nenndurchmesser von DN 250 notwendig. Halte- und Schließzeiten sollten zur Reduzierung des Gasverbrauchs minimiert werden. Die Öffnung und Verschließung des Querschnittes erfolgt durch einen Schieber, dessen Schieberblatt und die darin befindliche Öffnung eine besondere Geometrie aufweisen. Das Schieberblatt wird zunächst mittels eines geeigneten

Antriebes aus der Ruhe heraus beschleunigt. Innerhalb des Beschleunigungsweges ist der Schieber noch geschlossen. Danach kommt es zur Überdeckung zwischen der Öffnung des Schieberblatts und der Rohrleitung. Die Öffnungscharakteristik kann dabei durch die Form der Öffnung im Schieberblatt gesteuert werden. Nach dem Schließvorgang wird das Schieberblatt abgebremst und der Vorgang kann bei symmetrischem Aufbau in entgegengesetzter Richtung ablaufen – es ist kein Umsteuern zwischen Öffnungs- und Schließvorgang nötig, der Verbrauch des Abreinigungsgases reduziert sich.

### WEITERE INFORMATIONEN

- Nutzen Sie beiliegende Faxantwort

### ARTIKEL INTERESSANT FÜR

- Hersteller von Filteranlagen, Abreinigungsarmaturen und Schiebern

www.FZKWISS.de

Testen Sie Ihr Wissen

und gewinnen Sie einen der attraktiven Preise.

50 JAHRE FORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE

Biologie Medizin Technik

DAS FZKWISS

Forschungszentrum Karlsruhe in der Helmholtz-Gemeinschaft

## Termine

Juni bis September 2006

**12. Juli – 20. September 2006**  
Mannheim, Landesmuseum für  
Technik und Arbeit

„milli, mikro, nano – Mikrosys-  
temtechnik und Nanotechno-  
logie am Forschungszentrum  
Karlsruhe“

Die Faszination der Nanotechno-  
logie entdecken: zum Beispiel  
die Nanofräse. Mit ihr werden  
Oberflächen im Größenbereich  
von Atomen und Molekülen be-  
arbeitet.

www.landmuseum-  
mannheim.de

**27.–30. Juli 2006**  
Shanghai, New International  
Expo Centre (SNIEC)  
IFAT CHINA 2006

Die Internationale Fachmesse  
findet zum zweiten Mal in China  
statt. Das Forschungszentrum  
Karlsruhe zeigt Exponate aus  
der Umwelttechnik: einen Kom-  
biowäscher zur Abscheidung von  
Dioxin und Feinstpartikeln aus  
Rauchgasen, ein Verfahren zur  
Gewinnung von Treibstoff aus  
Stroh sowie eine Methode, die  
die Wasserabweisung von Beton  
verbessert (Halle E1, 219).

www.ifat-china.com

**27. August – 1. September 2006**  
Seattle, Washington State Con-  
vention & Trade Center  
Applied Superconductivity Con-  
ference (ASC)

Das Forschungszentrum Karlsru-  
he präsentiert seine aktuellen  
Forschungsarbeiten aus dem Be-  
reich Supraleitung und ihre An-  
wendungen für die Industrie.

www.ascinc.org

**6.–8. September 2006**  
Potsdam, Dorint Hotel Sanssouci  
9th International Conference on  
Microreaction Technology

Thema der Konferenz, veranstal-  
tet von der Dechema, ist die Mi-  
krotechnologie für die Branchen  
Chemie und Biochemie. Das For-  
schungszentrum Karlsruhe ist  
mit mehreren Vorträgen und  
Posterbeiträgen vertreten.

events.dechema.de/imret9

## China – Technologietransfer für eine bessere Umwelt

Gastkommentar von Johannes Lohaus, Geschäftsführer  
der DWA.

China ist ein aufstrebendes Land,  
das seinen Bürgern viele Chancen  
bietet, aber auch Probleme hat,  
die es lösen muss – vor allem in  
den Bereichen Umwelt und So-  
ziales. Beim technischen Umweltschutz  
sollten alle Länder mit Er-  
fahrung ihre Hilfe anbieten,  
denn: Umwelt macht nicht an  
den politischen Grenzen halt.  
Viele der Umweltprobleme in  
China sind durch westliche Län-  
der mit veranlasst, werden doch  
von hier Produktionen nach Ost-  
asien verlagert, weil wir Kaufent-  
scheidungen oft nur nach dem  
auf dem Etikett aufgedruckten  
Preis treffen. Und schließlich ist  
eine bessere Umwelttechnologie

angesichts mancher Bilder und  
Berichte in den Medien in vielen  
Fällen geradezu ein humanitärer  
Akt. Ein Mittel zum hierzu nöti-  
gen Technologietransfer sind  
Messungen und Kongresse. Zum  
zweiten Mal wird Ende Juni 2006  
die IFAT China durchgeführt, ein  
„Ableger“ der bekannten IFAT –  
Internationale Fachmesse für  
Wasser – Abwasser – Abfall – Re-  
cycling. Wie schon bei der Mün-  
chener IFAT, bei der die DWA Pa-  
te war und ist, wirkt die DWA  
auch bei der Shanghaier IFAT von  
Anfang an mit – sie ist Organisatorin  
des begleitenden Kongresses.  
Messungen brauchen, wenn sie  
erfolgreich sein wollen, eine en-



Johannes Lohaus engagiert sich in  
China für den Einsatz von Umwelt-  
technologien

ge Verbindung zur jeweiligen  
Branche. Die Unterstützung  
durch die maßgebenden Bran-  
chenverbände ist unverzichtbar.  
Die DWA als deutsche Arbeits-  
plattform für alle Fachleute und  
Institutionen in der Wasser- und  
Abfallwirtschaft stellt ihren Sach-  
verstand oder besser den ihrer  
Mitglieder, daher gerne für die  
IFAT China zur Verfügung.

## Vertiefen Sie Ihr Wissen

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



**Land der Ideen**  
Der Reiseführer

Das Forschungs-  
zentrum Karlsruhe  
ist einer von  
365 Orten im

„Land der Ideen“. Und zwar am  
23. September.

DuMont Verlag  
ISBN 3-7701-8202-2  
www.land-der-ideen.de



**Nachrichten**  
„Forschen mit  
Synchrotron-  
strahlung“

Diese Ausgabe  
behandelt in 16

Beiträgen Forschung über und  
Anwendung mit Synchrotron-  
strahlung.

**Bestellen Sie mit beiliegender  
Faxantwort**



**Wohin mit  
dem radioaktiven  
Abfall?**

Der Tagungsband  
beleuchtet die  
Perspektiven für

eine sozialwissenschaftliche End-  
lagerforschung.

edition sigma Verlag  
ISBN 3-89404-938-3  
www.itas.fzk.de

## Impressum

### RESEARCH TO BUSINESS

Der Newsletter für Kunden des  
Forschungszentrum Karlsruhe

### REDAKTION

Dr. Thomas Windmann  
Viktoria Fitterer

### GESTALTUNG

BurdaYukom Publishing GmbH,  
München

### LAYOUT | FOTOS

Eva Geiger, Ursula Hellriegel,  
Bernd Königsamen | Markus Breig,  
Martin Lober u.a.

### DRUCK

Baur GmbH, Keltern

### NACHDRUCK

mit Genehmigung der For-  
schungszentrum 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

### INTERNET

www.fzk.de