



# RESEARCH TO BUSINESS

Der Newsletter für Kunden des Forschungszentrum Karlsruhe

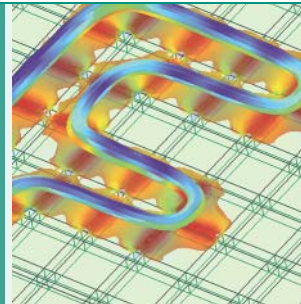
Ausgabe 3|2007 [www.fzk.de](http://www.fzk.de)



## PANORAMA

microworks setzt auf reduzierte Herstellungskosten in der Mikrofertigung

Seite 2



## TECHNOLOGIE-TRANSFER

Mit dem winzigen chemischen Labor beginnt eine neue Analytik-Ära

Seite 7



## SERVICE

Eine erste Information zum Karlsruher Institut für Technologie (KIT)

Seite 8

## Editorial



Liebe Leserinnen, liebe Leser,

„aus Stroh wird Benzin“ – diese und ähnliche Schlagzeilen lesen Sie über die Arbeit des Forschungszentrums Karlsruhe in den regionalen und überregionalen Medien.

Der synthetische Kraftstoff ist wirtschaftlich, umweltschonend und in der chemischen Industrie als vielfältiger Grundstoff einsetzbar. Die neuartigen Biokraftstoffe werden – im Gegensatz zu Biodiesel aus Raps oder Bioethanol aus Mais – aus Stroh und Waldrestholz hergestellt. Diese Stoffe kommen weder als Nahrungs- oder Futtermittel infrage, noch beanspruchen sie zusätzliche Anbauflächen. Nach Schätzung der Fachagentur Nachwachsender Rohstoffe reicht das Stroh von einem Hektar Ackerfläche aus, um 4000 Liter Bioliq-Kraftstoff zu produzieren. Vielleicht betanken Sie im Jahr 2015 Ihr Auto mit „Diesel aus Karlsruhe“. Wir arbeiten daran.

*Thomas Windmann*

Dr. Thomas Windmann

## Stroh im Tank

Das Forschungszentrum Karlsruhe und die Lurgi AG beschreiten neue Wege, um aus Biomasse synthetische Kraftstoffe zu erzeugen.

Mit Förderung durch die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe und in Zusammenarbeit mit der Lurgi AG wurde auf dem Gelände des Forschungszentrums Karlsruhe Ende 2005 mit der Errichtung der Pilotanlage für die Erzeugung synthetischer Kraftstoffe aus Biomasse begonnen. Jetzt wurde der Bau für den ersten Prozessschritt abgeschlossen und die Anlage feierlich eingeweiht. Gleichzeitig haben das Forschungszentrum Karlsruhe und die Lurgi AG einen Vertrag zum Bau der zweiten Stufe der Anlage unterschrieben.

Biomasse ist die einzige erneuerbare Kohlenstoffquelle und damit die einzige regenerative Quelle zur Herstellung chemischer Grundstoffe und hochwertiger Synthesekraftstoffe. Sie verringern die Abhängigkeit von fossilen Rohstoffen, reduzieren die Menge an gesundheits- und klimaschädlichen Verbrennungsrückständen und führen nicht zu einer Erhöhung des CO<sub>2</sub>-Gehaltes in der Atmosphäre.

Aus Stroh und anderen land- und forstwirtschaftlichen Reststoffen wird über das mehrstufige bioliq-Verfahren vollsynthetischer Diesel- oder Ottokraftstoff hergestellt, dessen Qualität weit über der anderer Biokraftstoffe und selbst der Mineralölprodukte liegt. Das zweistufige, im Forschungszentrum Karlsruhe ent-

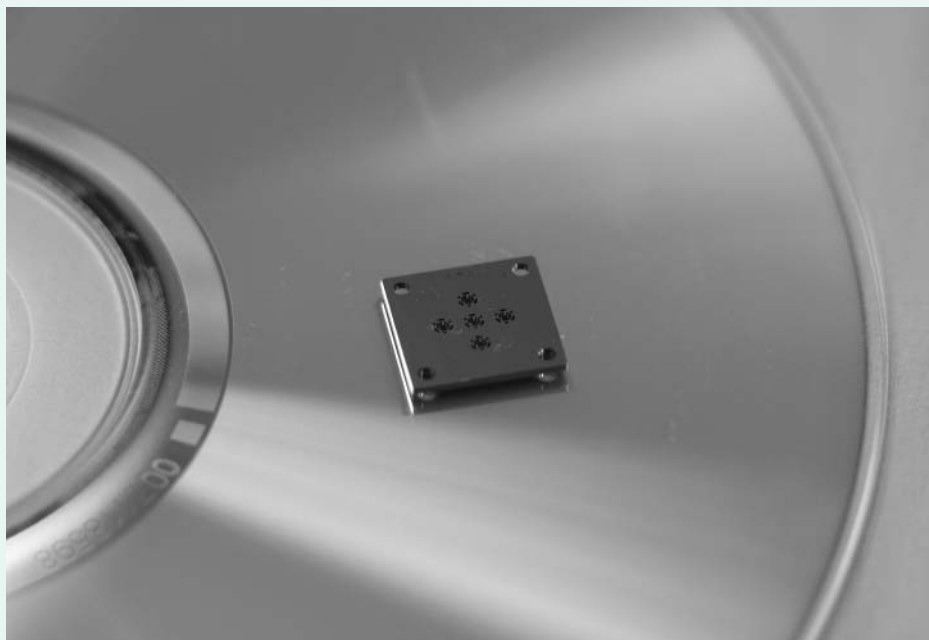


Hoch hinaus: Im oberen Teil der bioliq-Anlage zur Herstellung hochwertiger Synthesekraftstoffe findet die Schnellpyrolyse statt.

wickelte bioliq-Konzept – das Wort leitet sich ab von biomass to liquids oder auch BtL-Kraftstoff – wird zwei Dingen gerecht: sowohl dem verteilten Aufkommen von Biomasse mit ihrem meist niedrigen Energieinhalt als auch der Notwendigkeit einer großtechnischen und damit wirtschaftlichen Erzeugung von Kraftstoffen.

In einem ersten, dezentralen Schritt wird die Biomasse durch eine so genannte Schnellpyrolyse in ein transportfähiges flüssiges Zwischenprodukt hoher Energiedichte umgewandelt und

kann so wirtschaftlich über größere Strecken zu Großanlagen zur Synthesegas- und Kraftstoffherstellung transportiert werden. Von der Pilotanlage zur Schnellpyrolyse mit einem Biomasseumsatz von 500 Kilogramm pro Stunde ist es nur noch ein kleiner Schritt bis in den kommerziellen Maßstab, in dem bis zu 50 Tonnen Biomasse pro Stunde umgewandelt werden können. Haupteinsatzstoffe für das Verfahren sind getrocknete Biomasse wie Getreidestroh, Heu, Restholz, Baumschnitt, Rinde oder auch Papier und Pappe.



Die LIGA-Formplatte wurde hergestellt für den Kunststoffspritzguss von Mikrobauteilen.

## microworks setzt auf reduzierte Herstellungskosten in der Mikrofertigung

Das Unternehmen microworks GmbH hat das Know-how, um hochpräzise metallische Mikrobauteile zu produzieren.

Gegründet wurde die microworks GmbH von Dr. Joachim Schulz im Frühjahr 2007 als Spin-off aus dem Institut für Mikrostrukturtechnik des Forschungszentrums Karlsruhe. Basis des Unternehmens ist die am Forschungszentrum Karlsruhe entwickelte Röntgenlithographie und Galvanik, mit der Mikrobauteile mit einer Strukturhöhe von bis zu 2000 Mikrometer produziert werden.

Die hochpräzisen metallischen Mikrobauteile werden mit der Synchrotronstrahlungsquelle ANKA hergestellt. Dort wird jetzt die automatisierte Fertigungsstraße FELIG (Modulare Fertigungsstraße für Mikrobauteile über Röntgentiefenlithographie und Galvanik) als Demonstrator für die Massenfertigung von hochpräzisen Mikroteilen nach dem LIGA-Verfahren aufgebaut. Das Kunst-

wort LIGA steht dabei für die wesentlichen Prozessschritte Röntgentiefenlithographie, Galvanik und Kunststoffabformtechnik. Da die Kosten für direktlithographisch hergestellte LIGA-Bauteile maßgeblich von der Anzahl der Teile auf jedem Substrat beeinflusst werden, wurde eine neue Maskentechnik entwickelt, die die 3,5-fache Fläche auf einem Substrat nutzbar macht. „Mit FELIG werden Herstellungskosten möglich, die für den Markt attraktiv sind“, sagt Joachim Schulz. Als Ergebnis erster Testläufe mit den Referenzprodukten Mikrotriebezahnrad und Uhrenbauteile erwartet der Jungunternehmer, dass die Herstellungskosten um 60 Prozent gesenkt, die Fertigungskapazität um den Faktor 20 erhöht und die Durchlaufzeit auf zwei Wochen verkürzt werden.

Die LIGA-Fertigungslinie FELIG kann ab Mitte 2008 genutzt werden. Das Unternehmen rechnet mit einer Jahresproduktion von über 1 000 Wafern.

### KONTAKT

microworks GmbH  
Dr. Joachim Schulz  
Telefon +49 721 625-7433  
E-Mail info@micro-works.de  
www.micro-works.de

Forschungszentrum Karlsruhe  
Institut für Mikrostrukturtechnik  
Dr. Dieter Maas  
Telefon +49 7247 82-2774  
E-Mail dieter.maas@imt.fzk.de  
www.fzk.de/imt

## »»»» NEUES AUS DER FORSCHUNG

### »»» Bessere Klimamodelle

Mit der Versuchsanlage AIDA (Aerosol-Interaktionen und -Dynamik in der Atmosphäre) verfügt das Institut für Meteorologie und Klimaforschung über weltweit einzigartige experimentelle Möglichkeiten, den Einfluss von Feinstäuben auf das Klima gezielt zu untersuchen. AIDA ist eine große Aerosolkammer mit einem Volumen von 80 Kubikmetern. Thermostatisierbarkeit zwischen minus 90 und plus 60 Grad Celsius und die gleichzeitig möglichen Druckvariationen machen die Anlage einzigartig. Damit lassen sich alle bis etwa 50 Kilometer Höhe vorkommenden Temperatur- und Druckverhältnisse simulieren.

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

### »»» Die KiTa wird zum Labor

Naturwissenschaften und Technik für Kinder erlebbar machen, ist das Ziel der Initiative „Haus der kleinen Forscher“ von Helmholtz-Gemeinschaft, McKinsey, Siemens AG und Dietmar Hopp Stiftung. nanos!, die betriebseigene Kindertagesstätte des Forschungszentrums Karlsruhe, hat sich diesem Ziel ebenfalls verschrieben. Dort werden die Kleinen einfache Experimente eigenständig durchführen und verstehen lernen. Die Experimente werden von „echten“ Wissenschaftlern aus dem Forschungszentrum begleitet, welche die hinter den Experimenten stehenden Naturgesetze leicht verständlich erklären.

[www.haus-der-kleinen-forscher.de](http://www.haus-der-kleinen-forscher.de)

### »»» Mehr Mittel für die Fusion

Das Forschungszentrum Karlsruhe erhält 3,5 Millionen Euro zusätzliche Finanzmittel zur Entwicklung von neuen Technologien für die Kernfusion. Die Mittel kommen vom Bundesministerium für Bildung und Forschung im Rahmen einer Vereinbarung der Europäischen Union mit Japan. Sie betreffen Forschungsarbeiten, die über das Projekt ITER, das internationale Fusionsexperiment in Cadarache/Frankreich, weit hinausgehen. Das Forschungszentrum entwickelt auf dieser Grundlage das zentrale Element einer Neutronenquelle sowie Hochtemperatur-Stromdurchführungen für supraleitende Magnete.

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

## Universität Karlsruhe und Forschungszentrum Karlsruhe unterstützen UNICEF-Arbeit in Westbengalen

Das Synchrotron ANKA macht Adsorption von Arsen in Reisböden und an Mineraloberflächen sichtbar.

Der indische Bundesstaat Westbengalen und das benachbarte Bangladesch sind Schauplätze dessen, was als größte Massenvergiftung in die Geschichte eingegangen ist: Millionen Menschen trinken Wasser, das hochgradig mit Arsen verseucht ist. Die Menschen trinken auf Grund des heißen Klimas, der hohen körperlichen Arbeitsanforderungen und des Mangels an alternativen Getränken sehr viel Wasser, und schon immer war es in der Region ein Problem, der ansässigen Bevölkerung sichere und geeignete Wasservorräte bereit zu stellen. Ende der 80er Jahre des zwanzigsten Jahrhunderts war Oberflächenwasser die Haupt-

### ANKA

Das Synchrotron des Forschungszentrums Karlsruhe, kurz ANKA, steht Anwendern aus Wissenschaft und Wirtschaft zur Verfügung. Eine professionelle Schnittstelle zwischen Forschungseinrichtung und Kunde ist der ANKA Commercial Service, der zuverlässig und schnell der Industrie Zugang zu modernen Methoden und Leistungen verschafft. Ein Beispiel für die vielfältigen Anwendungen stellt die Untersuchung von biologischen Proben dar.

trinkwasserquelle. Von Krankheitsregern stark verseucht, litt die Bevölkerung an Diarrhö und weiteren Krankheiten. Viele Menschen, insbesondere Kinder, starben. Um der Bevölkerung zu helfen, begannen die Regierungen – mit Unterstützung von UNICEF und weiteren Hilfsorganisationen – etwa vier Millionen Rohrburgen zu bohren. Unglücklicherweise enthielt das aus



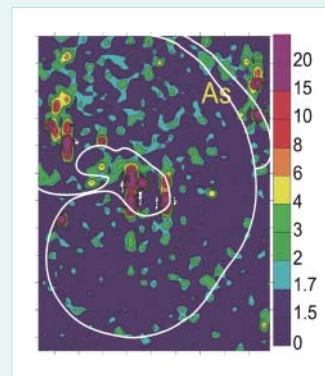
Aus dem Brunnen gefördertes Wasser trinken die Menschen aus Bangladesch und den anderen Regionen Asiens am häufigsten – die damit einhergehende hohe Arsenkonzentration vergiftet die Menschen zu Tausenden.

dem Boden geförderte Grundwasser hohe Konzentrationen an Arsen.

Symptome einer chronischen Arsenvergiftung oder Arsenikose sind Hautausschläge, geschwollene Gliedmaßen oder auch ein vollständiger Gefühlsverlust in den Händen und Beinen. Eine Langzeitbelastung mit Arsen kann außerdem zu Krebs in der Lunge, an der Blase oder in den Nieren führen. Heute wird die Anzahl von Arsenikosefällen in Bangladesch auf 40000 geschätzt. Gesundheitsexperten gehen davon aus, dass diese Anzahl in den kommenden 50 Jahren auf über 2,5 Millionen Fälle ansteigen wird.

Das Institut für Mineralogie und Geochemie der Universität Karlsruhe untersucht, wie das Arsen aus den Sedimenten in das Grundwasser fließt, das dann als Trinkwasser und für die Bewässerung der Böden verwendet wird. Insbesondere bei hohen Arsen-

konzentrationen von mehreren 100 Mikrogramm pro Liter Wasser (lokal wurden bis über 3000 Mikrogramm pro Liter gemessen) zur Bewässerung reichert sich Arsen in den oberen Bodenschichten an. In den Böden wird Arsen überwiegend zusammen mit Ei-



Arsenverteilung in einem Reiskorn von kontaminierten Böden. Zu beachten ist die Arsenanreicherung im Keim und in der Schale. Die Arsen-Messungen wurden an der FLUO-Beamline der ANKA mit Mikro-Röntgenfluoreszenz durchgeführt.

senoxiden in die Bodenmatrix ausgefällt, es reichert sich jedoch auch, insbesondere bei Reis, um die Wurzeln herum an. Von dort gelangen kleine Mengen an Arsen in das Innere der Wurzeln und werden weiter zu anderen Teilen der Pflanze transportiert. Schließlich gelangt es in die Reiskörner selbst.

Analysen, die mit der Synchrotronstrahlungsquelle ANKA durchgeführt wurden, haben diese Anreicherung sichtbar gemacht. Weitere umfassende Untersuchungen sind erforderlich, um den Verbleib von Arsen in landwirtschaftlichen Systemen vor allem im Hinblick auf die unterschiedlichen Arsenkonzentrationen in Wasser zur Bewässerung zu klären. Nur, wenn der gesamte Weg des Arsens aus den Sedimenten zum Menschen hin vollständig verstanden wird, wird es möglich sein, nachhaltige Maßnahmen zur Bewirtschaftung der betroffenen Gebiete zu entwickeln. Zwischenzeitlich wurden die Analysen auch auf Vietnam und China ausgedehnt, in denen es ähnliche Probleme mit arsenhaltigem Grundwasser gibt.

### WEITERE INFORMATIONEN

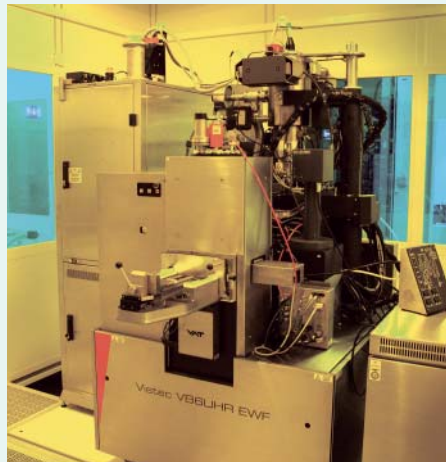
- [www.fzk.de/anka](http://www.fzk.de/anka)

## Eine Enzyklopädie auf ein Sandkorn schreiben

Forschungszentrum Karlsruhe weicht Elektronenstrahlschreiber ein.

Die Strukturen, die der Elektronenstrahlschreiber in eine dünne Kunststoffschicht auf Siliziumscheiben belichtet, sind nur zehn Nanometer groß. Damit ließe sich der Text einer 25-bändigen Enzyklopädie leicht auf ein Sandkorn schreiben.

Der neue Elektronenstrahlschreiber ist 2,8 Tonnen schwer und füllt einen ganzen Reinraumtrakt im Institut für Mikrostrukturtechnik des Forschungszentrums Karlsruhe. Eine Spannung von 100 000 Volt beschleunigt Elektronen, die in dünne Kunststoffschichten kleinste Strukturen schreiben. Bis zu 0,8 Nanometer genau kann die Position des Elektronenstrahls gemessen werden. Die Kosten für den Elektronenstrahlschreiber liegen bei rund 4,5 Millionen Euro. Die Maschine ist vom Typ Vector-Beam (VB6) der Vistec Lithography Inc. (Albany N.Y.) und kann Wafer bis zu einem Durchmesser von sechs Zoll belichten. Zum Schutz vor externen elektromagnetischen Feldern, die die Positionierung des Elektronenstrahls stören können, wurde eine aktive elektromagnetische Abschir-



Das Herzstück des neuen Elektronenstrahlschreibers im Institut für Mikrostrukturtechnik des Forschungszentrums Karlsruhe.

mung installiert, die einen magnetfeldfreien Raum im Bereich des Strahls erzeugt. Mechanische Störungen, etwa durch Bodenvibrationen

oder akustische Schwingungen, werden durch eine pneumatisch arbeitende Antivibrationsplattform abgefangen.

„Die hohe Präzision des neuen Elektronenstrahlschreibers ermöglicht uns viele technologische Entwicklungen“, zeigt sich Professor Dr. Volker Saile, Leiter des Instituts für Mikrostrukturtechnik, überzeugt. „Wir können kleinste Strukturen auf großen Flächen erzeugen und so aus der Grundlagenforschung heraus neue, auch kommerziell interessante Anwendungen erschließen, wie beispielsweise so genannte Metamaterialien für perfekte optische Linsen oder neuartige Röntgenlinsen mit großer Brennweite.“ Der Elektronenstrahlschreiber wird das Herzstück der „Karlsruhe Nano Micro Facility“ (KNMF) sein. Mit KNMF schafft das Forschungszentrum Karlsruhe in den kommenden Monaten eine großforschungstypische Anlagenplattform für die Herstellung und Charakterisierung von Materialien, Strukturen und Komponenten, die zukünftig für externe Anwender offen sein wird.

### WEITERE INFORMATIONEN

- Nutzen Sie beiliegende Faxantwort

### ARTIKEL INTERESSANT FÜR

- Anwender aus den Branchen Nanotechnologie und Mikroelektronik

## Mikro aus Metall

Mit galvanischer Abscheidung in spritzgegossenen Kunststoffformen werden hochwertige Teile hergestellt.

Viele Anwendungen der Mikrosystemtechnik stellen Anforderungen an die eingesetzten Materialien, die mit den typischen Werkstoffen Silizium und Polymer nicht immer zu erfüllen sind. Etwa beim mikromechanischen Instrumentenbau, bei dem die mechanischen Werkstoffeigenschaften von ausschlaggebender Bedeutung sind, oder bei der Mikroverfahrenstechnik, die besondere chemische und thermische Beständigkeiten erfordert. Die Liste ließe sich noch weiter fortsetzen; ein Bedarf an mikrotechnischen Herstellungsverfahren für kostengünstige metallische und keramische Mikrobauerteile ist sicherlich vorhanden. Die gängigen Verfahren, um solche Mikrobauerteile zu er-

stellen, sind jedoch primär in der Kleinserienfertigung wirtschaftlich, während für Großserien geeignete Verfahren hinsichtlich erreichbarer Strukturfeinheit und Oberflächenqualität limitiert sind.

Eine viel versprechende Alternative ist die so genannte gerichtete Materialabscheidung in polymeren Vorformen: Das Verfahren basiert auf einer Kombination der Abformung von Mikrostrukturen durch Spritzgießen und der darauf folgenden Galvanoformung der kompletären Strukturen. Infolge der Verkettung dieser zwei Serienverfahren ist auch der Gesamtprozess durch hohe Wirtschaftlichkeit in der Massenfertigung gekennzeichnet. Ebenso

resultiert die hohe Abformungsgenauigkeit der beiden Teilprozesse in einer fein dimensionierten Strukturierung

und hohen Oberflächenqualität der Fertigteile. Wie frühere Untersuchungen am Forschungszentrum gezeigt haben, sind fehlerfreie Galvanos nur unter Verwendung zweikomponentiger Vorformen, die aus isolierenden Mikrostrukturen auf einer leitfähigen Grundplatte bestehen, zu erreichen. Zur Herstellung solcher Vorformen bietet sich der Zwei-Komponenten-Mikrospritzguss an, der sich ebenfalls durch eine hohe Wirtschaftlichkeit auszeichnet.

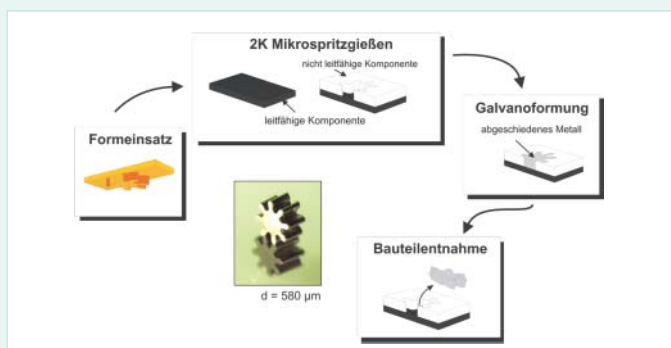
In Vorversuchen konnten bereits im Labormaßstab Zahnräder mit einem Kopfkreisdurchmesser von 580 Mikrometer repliziert werden. Gegenwärtig wird eine automatische 2K-Spritzgießfertigung zur Herstellung der polymeren Vorformen aufgebaut. Für die anschließende Galvanoformung stehen verschiedene Elektrolyte wie Nickel, Nickel-Legierungen, Kupfer oder Gold zur Verfügung. In Zukunft sollen mit einer ähnlichen Prozessführung auch keramische Mikroteile durch elektrophoretische Abscheidung (statt der Galvanoformung) hergestellt werden können.

### WEITERE INFORMATIONEN

- Nutzen Sie beiliegende Faxantwort

### ARTIKEL INTERESSANT FÜR

- Mikroverfahrenstechnik
- Mikrofluidik und -optik
- Medizintechnik
- Feinwerktechnik



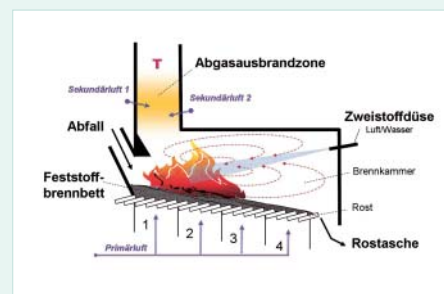
Die Forscher kombinieren bei der neuen Methode Spritzgießen und Galvanoformung.

# Schadstoffarme und ökonomische Verbrennung

Mit innovativer Technologie verschärfte Grenzwerte unterschreiten. Forschungszentrum leistet einen Beitrag zur Einhaltung des neuen NEC-Grenzwerts für Stickoxide in Abfallverbrennungsanlagen.

Stickoxide (NO<sub>x</sub>) tragen zum „sauren Regen“ bei, der für das Waldsterben verantwortlich gemacht wird, und begünstigen die Ozonbildung. Im Jahr 2005 wurden in Deutschland rund 1,4 Millionen Tonnen Stickoxide emittiert – mehr als 20 Prozent stammten aus Verbrennungsanlagen der Energiewirtschaft. Die Emission von NO<sub>x</sub> für Abfallverbrennungsanlagen ist zurzeit noch in der 17. Bundesimmissionsschutzverordnung auf 200 Milligramm pro Kubikmeter (berechnet als Stickstoffdioxid) begrenzt. Um diesen Grenzwert einhalten zu können, ist die Rauchgasreinigung von Verbrennungsanlagen mit speziellen Entstickungsverfahren wie selektive katalytische Reduktion (SCR) oder selektive nicht katalytische Reduktion (SNCR) zur Zerstörung der im Rohgas vorhandenen Stickoxide ausgestattet. Beide Varianten erfordern die Zugabe eines Reduktionsmittels wie Ammoniak oder Harnstoff. Diese Abgasreinigungstechnologien verursachen erhebliche Investitions- und Betriebskosten. Ziel aktueller Forschungsaktivitäten auf dem Gebiet der Hausmüll- aber auch Biomasseverbrennung ist daher die Optimierung der Wirtschaftlichkeit der Gesamtprozesse unter Wahrung der heute erreichten hohen Umweltstandards.

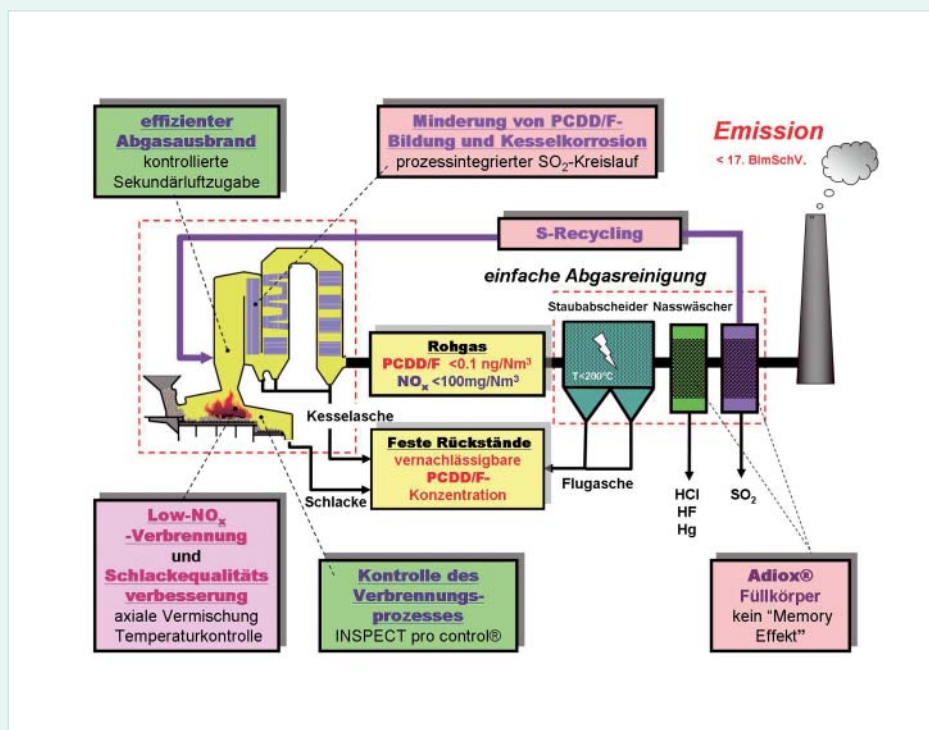
An der Versuchsanlage TAMARA des Instituts für Technische Chemie gelang es, durch einfache Maßnahmen den Verbrennungsprozess so zu modifizieren, dass als Endprodukt hauptsächlich Stickstoff entsteht und die Bildung von Stickoxiden und Lachgas minimiert oder sogar vermieden wird. Alleine durch eine optimierte Einstellung der Primärluftmenge und der Rostkinematik konnte die Bildung von Stickoxiden um mehr als 40 Prozent gemindert werden. Durch eine axiale Vermischung aller aus dem Brennbett austretenden Rauchgasströme vor Eintritt in die Abgasausbrandzone bei gleichzeitiger Kontrolle der Temperaturverteilung im Brennraum konnte die Stickstoffmonoxid-Konzentration weiter auf rund 40 Milligramm pro Kubikmeter (entsprechend etwa 60 Milligramm pro Kubikmeter Stickstoffdioxid) reduziert werden. Sogar der verschärfte NEC-Grenzwert in Höhe von 100 Milligramm pro Kubikmeter wird deutlich unterschritten. Das Karlsruher Verfahren kann beispielsweise mit einer Zweistoffdüse ausgeführt werden. Die Wasserzuführung wird hierbei in Abhängigkeit von der NO<sub>x</sub>-Rohgaskonzentration geregelt. Die benötigte Wassermenge ist sehr gering und beeinflusst die energetische Nut-



Verfahren zur Reduzierung von Stickoxiden.

zung nur unbedeutend. Eine Abgasreinigung für Stickoxide und die Zugabe von Reduktionsmitteln sind nicht mehr erforderlich. Negative Effekte auf die Abgasausbrandqualität, Lachgas- oder Dioxinbildung konnten nicht festgestellt werden. Positiver Nebeneffekt des einfachen Verfahrens ist eine erhebliche Steigerung der Rostaschequalität. Durch die am Ende des Verbrennungsrostes ansteigenden Temperaturen wird die Konzentration an Restkohlenstoff (kleiner 0,2 Prozent) und Dioxinen (kleiner als 0,4 Nanogramm TEQ pro Kilogramm) in der Rostasche erheblich vermindert. Dadurch verbessern sich die stofflichen Verwertungsmöglichkeiten. Eine Abschätzung der Ökonomie der neuen NO<sub>x</sub>-Minderungstechnik ergibt für eine komplette Müllverbrennungsanlage mit einer Kapazität von 100 000 Tonnen pro Jahr eine Verringerung der Investitionskosten von drei bis fünf Prozent und der Betriebskosten von zwei bis drei Euro pro Tonne. Durch den verbesserten Schlackeausbrand kann der Brennstoffdurchsatz gesteigert und damit eine zusätzliche Reduktion der Betriebskosten von mehreren Euro pro Tonne erzielt werden.

Das Verfahren zur primären NO<sub>x</sub>-Minderung ergänzt die ebenfalls am Forschungszentrum Karlsruhe entwickelte und bereits erfolgreich erprobte Dioxin- und Korrosionsminderungstechnik sowie weitere Verfahren zur Brennbett- und Abgasausbrandkontrolle. Alle Primärverfahren können einzeln oder in Kombination eingesetzt werden. Die Konzentrationen für Dioxine und Stickoxide liegen bereits im Rohgas unter den Emissionsgrenzwerten. Die Abgasreinigung kann auf eine Staubabscheidung und einen zweistufigen Adiox-Nasswaschprozess reduziert werden.



Gesamtkonzept zur schadstoffarmen und ökonomischen Abfallverbrennung.

### WEITERE INFORMATIONEN

- Nutzen Sie beiliegende Faxantwort

### ARTIKEL INTERESSANT FÜR

- Betreiber und Anlagenbauer von Abfall- und Biomasseverbrennungsanlagen

### LIKE THIS? TRY THAT!

- Dioxin und Kesselkorrosion mindern in RESEARCH TO BUSINESS 4|2006

## Vorteile bei der Abschirmung

Strukturierte ferromagnetische Schichten dämpfen die Reflexion von elektromagnetischen Wellen im Gigahertzbereich.

Elektromagnetische Wellen werden üblicherweise durch einfache Metallisierungen aus Kupfer oder Aluminium abgeschirmt, wobei die Welle nahezu vollständig reflektiert und deren Energie kaum dissipiert wird.

Wissenschaftler am Institut für Materialforschung entwickelten ferro- und ferrimagnetische Dünnschichten, die elektromagnetische Wellen in mindestens zwei voneinander verschiedenen Resonanzfrequenzen reflektieren, und ein Verfahren für die Verwendung der Schichten als Abschirmung von elektronischen Bauteilen. Anwendungen könnten in der Reduktion von Elektromog oder im Schutz empfindlicher Flugzeugelektronik vor der Strahlung von Mobiltelefonen liegen.

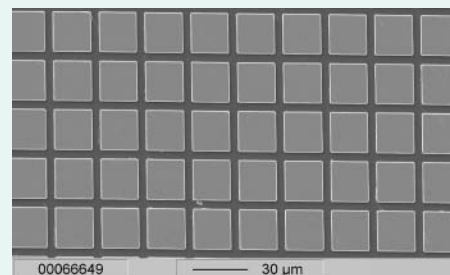
Für den Frequenzbereich zwischen einem Megahertz und fünf Gigahertz wird auf ein Substrat (zum Beispiel ein Silizium-Wafer oder das Gehäuse eines elektronischen Bauteils) eine 50 Nanometer bis einen Mikrometer dicke ferro- oder ferrimagnetische Schicht aufgebracht. Durch die geeignete Materialwahl und, falls erforderlich, das Aufbringen einer uniaxialen Anisotropie in der Schichtebene wird eine erste ferromagnetische Resonanzfrequenz erzeugt, die eine Aufnahme der elektromagnetischen Energie im Material und deren Um-

wandlung in andere Energieformen in Resonanz diskret oder über ein Frequenzspektrum bewirkt. Weiterhin wird diese Schicht über einen Teil ihrer Dicke mit einer periodischen Struktur versehen. Durch die Strukturierung wird mindestens eine weitere ferromagnetische Resonanzfrequenz bereitgestellt, die ebenfalls eine Energiedissipation bewirkt. Damit weist die strukturierte Schicht mindestens zwei voneinander verschiedene Resonanzfrequenzen auf. Die Resonanzfrequenzen werden durch das Schichtdesign auf das jeweilige Abschirmproblem zugeschnitten.

Typische Strukturperioden liegen zwischen zehn und 250 Mikrometern. Die Schichten werden durch Dünnschichtverfahren als Ein- oder Mehrlagenschicht mit oder ohne uniaxialer Anisotropie beziehungsweise mit oder ohne isolierende oder leitende Zwischenschichten aufgebracht.

Um ein bestimmtes Frequenzspektrum zu erhalten, werden unterschiedliche Schichten und Strukturgeometrien mit verschiedenen lateralen Abmessungen realisiert und kombiniert. Dabei bestimmen sowohl die Form der Domänenstruktur als auch die chemische Zusammensetzung der Schicht das jeweilige Frequenz- und Dämpfungsverhalten.

Der Vorteil des Schichtsystems besteht darin, dass bei Emission elektromagnetischer Wellen durch Hochfrequenz-Bauteile die Störung benachbarter Bauteile durch eine geringere Mehrfachreflexion verringert wird. Es erlaubt somit eine Einstellung der Frequenz der maximalen Dämpfung, womit ein oder mehrere Frequenzbereiche unterdrückt oder gedämpft werden, und das bei geringer Ausdehnung und geringem Gewicht.



Beim Funktionsnachweis diente ein Silizium-Wafer mit einer ein Mikrometer dicken Schicht aus SiO<sub>2</sub> als Substrat. Durch Magnetron-Sputtern wurde eine 300 Nanometer dicke strukturierte Schicht aus dem ferromagnetischen Material FeCoTaN aufgebracht.

### WEITERE INFORMATIONEN

- Nutzen Sie beiliegende Faxantwort

### ARTIKEL INTERESSANT FÜR

- Telekommunikation
- Unterhaltungselektronik
- Mikroelektronikindustrie
- Luftfahrt- und Automobilindustrie
- Medizintechnik

## Phosphorrückgewinnung und -entfernung in einem Schritt

Neues Verfahren für Firmen mit betriebseigener Kläranlage.

Phosphor ist ein überaus wichtiger Rohstoff, der beispielsweise in der Phosphorindustrie oder als Düngemittel eingesetzt wird. Schätzungen zu Folge reicht der weltweite Phosphorvorrat nur ein weiteres Jahrhundert. Verfahren zur Phosphorentfernung aus Abwässern sind auf Grund strenger Grenzwertbestimmungen hinlänglich bekannt, für die Phosphorrückgewinnung wurden jedoch bisher nur aufwändige Verfahren vorgestellt.

Das am Institut für Technische Chemie, Bereich Wasser- und Geotechnologie entwickelte und auf Kristallisation basierende neue Verfahren ermöglicht die Phosphorentfernung und -rückgewinnung aus wässrigen Phasen in nur einem einzigen Verfahrensschritt. Dabei wird durch Zugabe von Calcium-Silikat-Hydrat-Phasen (CSH) oder Calciumcarbonat ein phosphorreiches mineralisches Produkt erzeugt, das als Sekundärrohstoff in der Phosphorindustrie oder als Düngemittel direkt Anwendung findet. Neben der Kostener-



Das in Karlsruhe entwickelte Verfahren eignet sich für Kläranlagen mit Phosphatbelastung.

sparnis durch Reduktion des Schlammfalls, findet das in der Bauindustrie als Abfall anfallende CSH Wiederverwertung, wodurch zum nachhaltigen Umgang mit natürlichen Ressourcen beigetragen wird. Darüber hinaus können die Produkteigenschaften gezielt gesteuert werden.

Das Verfahren eignet sich besonders für Industriebetriebe mit eigenen Kläranlagen, die Volumenströme mit hoher Phosphatbelastung über hundert Milligramm pro Liter behandeln müssen, für Betriebe mit Teilströmen einer hohen Phosphatkonzentration oder Bereichen, die Stoßbelastungen bezüglich Phosphor ausgesetzt sind. Die Vorteile sind Phosphorrückgewinnung und -entfernung in einem Verfahrensschritt, eine gezielte Steuerung der Produkteigenschaften sowie reduzierte Entsorgungs- beziehungsweise Behandlungskosten.

### WEITERE INFORMATIONEN

- Nutzen Sie beiliegende Faxantwort

### ANGEBOT INTERESSANT FÜR

- Betreiber von Kläranlagen mit Phosphatbelastung

### NEXT TRADE FAIR

- IFAT 2008, 05. bis 09. Mai in München

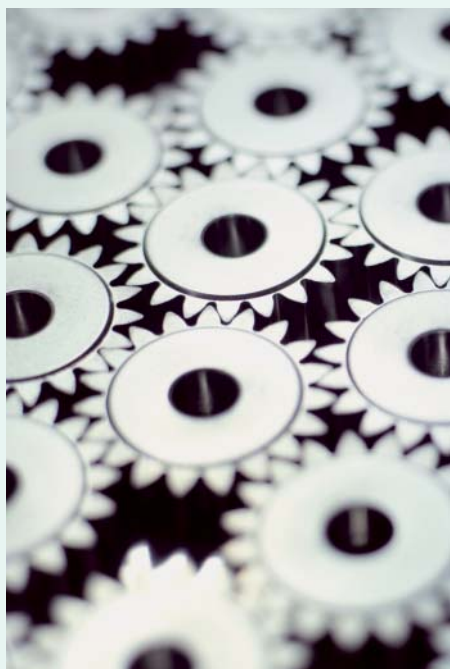
## Mikrostrukturen messen

Dienstleistung für Mikrotechnologieunternehmen.

Das Vermessen von Bauteilen der Mikrosystemtechnik mit Genauigkeiten um ein Mikrometer erfordert eine Messunsicherheit von 0,3 Mikrometern. Der kombinierte Einsatz einer Koordinatenmessmaschine (CMM) mit optisch taktiler Abtastung der Objekte wurde am Forschungszentrum Karlsruhe perfektioniert. Nun wird das Messen von Mikrobauteilen mit einem Messfehler kleiner 0,3 Mikrometer als Dienstleistung angeboten.

Und so funktioniert das Messprinzip: Im Fokus des Objektivs einer Kamera hängt eine Glas- kugel, die durch eine Glasfaser zu einer kugelförmigen Lichtquelle wird. Aus dem Kugeldurchmesser und den Koordinaten des hochpräzisen CMM-Tisches lassen sich die Koordinaten bestimmen.

Mit dem Messverfahren werden millimeter- und zentimetergroße große Objekte mikrometergenau vermessen, 3-D-Geometrien zerstörungsfrei erfasst, Fertigungsschwankungen ermittelt oder Bauteilgeometrien unterschiedlicher Lieferanten verglichen.



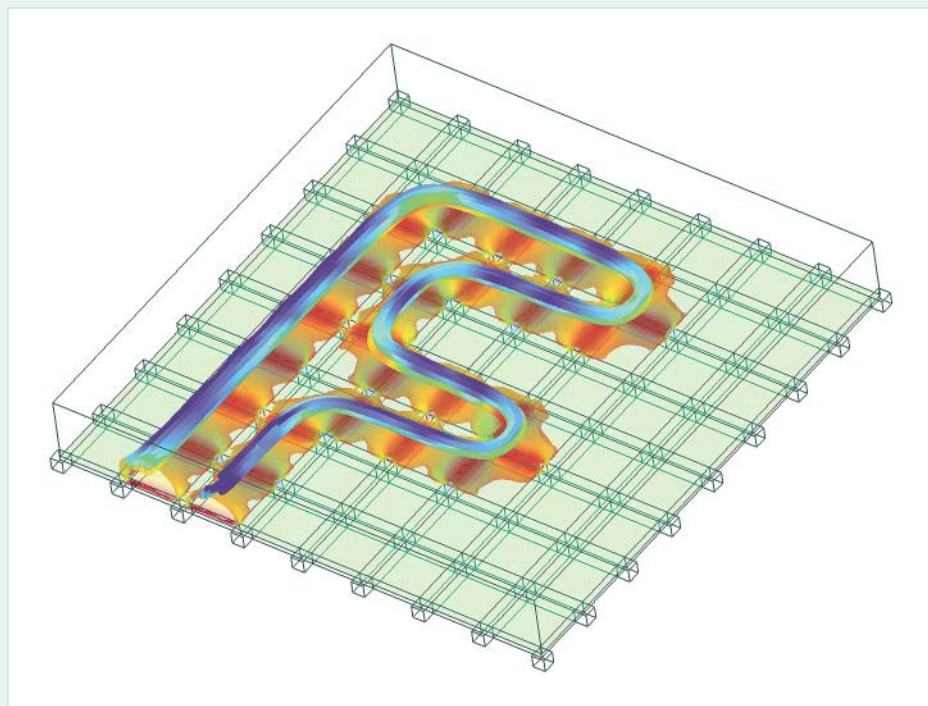
Ein perfektes Zusammenspiel verlangt präzise Teile und höchstpräzise Messtechnik.

### WEITERE INFORMATIONEN

- Nutzen Sie beiliegende Faxantwort

### ARTIKEL INTERESSANT FÜR

- Hersteller von Mikrosystemen
- Feinwerktechnik



Der Chip  $\mu$ MatrixLab kann so programmiert werden, dass die Strömung gewünschten Bahnen folgt – wie im Bild den Konturen des Buchstabens F.

## Das winzig kleine chemische Labor

$\mu$ MatrixLab – ein frei programmierbares Lab-On-A-Chip.

Gelingt es, ein universelles chemisches Labor auf einem preisgünstigen winzigen Chip zu verwirklichen, dann beginnt eine neue Ära in der chemischen Analytik. An Vorschlägen für neue Sensoren und Lab-On-A-Chip-Anwendungen mangelt es nicht. Ein umfassender kommerzieller Durchbruch steht jedoch noch aus. Bislang wird für jede Anwendung ein individueller Chip entworfen, kleine Stückzahlen und aufwändige Mikrofertigungsverfahren führen zu hohen Herstellungskosten. Die Vielzahl an Mikrokanälen in einem herkömmlichen Chip führen zu hohen Druckverlusten und Verstopfungen, Kreuzungen erfordern zudem eine komplexe dreidimensionale Kanalführung.

Das Forschungszentrum verfolgt ein völlig neues Prinzip. Auf einem ebenen Chip, dem  $\mu$ MatrixLab, werden durch elektrische Felder beliebige Strömungen entlang der Chipoberfläche realisiert. Programmgesteuert bewegt sich die Flüssigkeit in einer fünf bis 200 Mikrometer dicken Fluidschicht. Es wird bewusst auf eine unmittelbare Strömungsführung durch anwendungsspezifische Kanäle verzichtet.

Unerwünschte Vermischung benachbarter Stoffströme tritt in der laminaren Strömung nicht auf. Lokal kann in wenigen Millisekunden intensiv gemischt werden. Kreuzungen lassen sich bequem durch eine Ampelschaltung realisieren. Außerdem können die in der

Flüssigkeit vorliegenden Ionen transportiert, elektrophoretisch separiert und die elektrische Leitfähigkeit analysiert werden. Dies alles gelingt bei niedrigen Betriebsspannungen.  $\mu$ MatrixLab kann in Kunststoff oder mit herkömmlicher Halbleitertechnologie hergestellt werden, wobei dann die elektrische Beschriftung direkt in den Chip integriert wird. Das neue Labor erlaubt die Realisierung komplexer Analyse- oder Syntheseaufgaben. Programmgesteuert übernimmt derselbe Bereich des Chips nacheinander Transport-, Mess- oder Mischfunktionen. Der Chip ist unempfindlich gegen Störungen, die intakten Bereiche können die Funktion der gestörten Bereiche übernehmen.

$\mu$ MatrixLab ist so universell wie der Prozessor eines Computers und erlaubt vielfältigste Anwendungen durch kundenspezifische Programmierung: ein Mikrolabor für die chemische Analytik, medizinische Diagnose und chemische Synthese.

### WEITERE INFORMATIONEN

- Nutzen Sie beiliegende Faxantwort

### ARTIKEL INTERESSANT FÜR

- Halbleiterindustrie
- Hersteller und Anwender chemischer Analysegeräte und medizinischer Diagnostikprodukte

## Termine

Dezember 07 bis März 08

**13. bis 14. Dezember 2007**  
**Forschungszentrum Karlsruhe,**  
**Fortbildungszentrum (FTU)**

### Statuskolloquium

#### „Sustainable BioEconomy“

Im Mittelpunkt der Veranstaltung steht die Entwicklung einer nachhaltigen Wirtschaftsweise bei der Nutzung von Biomasse. Informiert wird über den aktuellen Stand der Forschung und die vielfältigen Anwendungen. Interessierte senden ihre Anmeldung per E-Mail an [mathes@umwelt.fzk.de](mailto:mathes@umwelt.fzk.de). [www.fzk.de/umwelt](http://www.fzk.de/umwelt)

**06. bis 07. März 2008**

**Karlsruhe, Stadtbüro des**  
**Forschungszentrums Karlsruhe**  
**Sensoren und Aktoren**

Beim 18. Workshop des Forum Industrie und Forschung – kurz FIF – stehen Sensor- und Akteurprinzipien ebenso auf dem Programm wie Produkte, Entwicklungen und Systemaspekte. Auch der Blick auf den Markt wird nicht zu kurz kommen. Die Referenten kommen aus der Forschung und der Industrie. Der Workshop ist ein exklusives Angebot für die FIF-Mitgliedsunternehmen. Interessierte an einer FIF-Mitgliedschaft erhalten weitere Informationen unter der Telefonnummer +49 7247 82-3123. [www.fzk.de/fif](http://www.fzk.de/fif)

**11. bis 12. März 2008**

**Karlsruhe, Kongresszentrum**  
**9. Karlsruher Arbeitsgespräche**  
**Produktionsforschung 2008**

In vier parallelen Vortragsreihen präsentierten Experten aus Wissenschaft und Industrie die neuesten Ergebnisse ihrer Forschung. Themen sind „Ressourceneffizienz in der Produktion“, „Automobilproduktion von morgen“, „Forschungs- und Innovationspolitik“, „Erfolgsgeschichten unbekannter Weltmarktführer“ und „Erfolg als Mittelständler“. Praxisbeispiele stehen bei diesem Kongress im Vordergrund und werden in der begleitenden Ausstellung auf über 1 000 Quadratmeter präsentiert. [www.produktionsforschung.de](http://www.produktionsforschung.de)

## Ein neues Netzwerk: NanoMat für den Mittelstand

Die Institute des Forschungszentrums Karlsruhe koordinieren Netzwerke. RESEARCH TO BUSINESS stellt sie vor.

Gemeinsam das Innovationspotenzial der Nanotechnologie nutzen – unter diesem Leitsatz schlossen sich schon im Jahr 1999 Unternehmen, Universitäten und Forschungseinrichtungen unter Federführung des Forschungszentrums Karlsruhe zum Netzwerk NanoMat zusammen. Heute sind es 28 Partner, für die die Vielfalt der Themen auf dem Gebiet der Nanotechnologie koordiniert und Synergieeffekte erzeugt werden. Das Ziel von NanoMat ist es, den persönlichen Kontakt zwischen Unternehmensvertretern und Wissenschaftlern herzustellen, zu fördern, und auf ein produktives Niveau zu heben.

Doch in Deutschland befassen sich nur 700 kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) mit der Entwicklung, Anwendung oder dem Vertrieb nanotechnologischer Produkte. Um den Zugang der KMU zur Nano-Branche zu erleichtern, wurde jetzt „NanoMat für den Mittelstand“ gegründet. Das Netzwerk reagiert auf ein weit verbreitetes Problem zwischen Wissenschaft und Wirtschaft: Das in den Laboratorien zur Verfügung gestellte Wissen ist in seiner üblicherweise präsentierten Form in Fachzeitschriften oder im Rahmen wissenschaftlicher Vorträge für unternehmerisches Handeln oft

nicht verwertbar. Hier sind „Dolmetscherfähigkeiten“ gefragt, die NanoMat bieten kann. Zudem suchen Unternehmer insbesondere dann den Kontakt zu Wissenschaftlern, wenn aus Kundenperspektive rasch neue technische Lösungen gefunden werden sollen. Eine Informationslogistik, die eine schnelle Suche und das Finden eines passenden Experten möglich macht, fehlt noch. Umgekehrt kann es für Wissenschaftler, die über eine innovative Anwendungstechnologien verfügen, problematisch sein, einen Ansprechpartner zu finden. „NanoMat für den Mittelstand“ organisiert Treffen zwischen Wirtschaft und Forschung. Dort sollen Probleme diskutiert und Lösungen gefunden werden.

### WEITERE INFORMATIONEN

- Nutzen Sie beiliegende Faxantwort
- [www.nanomat.de](http://www.nanomat.de)

## Vertiefen Sie Ihr Wissen

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



### Biologie im Forschungszentrum Karlsruhe

In zehn Beiträgen beschreiben die Autoren die biologische Grundlagenforschung aus Karlsruhe.

Bestellen Sie mit beiliegender Faxantwort



### Kraftstoff, Strom und Wärme aus Stroh und Waldrestholz

Eine Studie des Instituts für Technikfolgenabschätzung informiert über bioliq.

Bestellen Sie mit beiliegender Faxantwort



### Gemeinsam an die Spitze

Ein Einblick in das Karlsruher Institut für Technologie (KIT), die Kooperation von

Universität Karlsruhe (TH) und Forschungszentrum Karlsruhe.

Bestellen Sie mit beiliegender Faxantwort

## 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

Stober GmbH, Eggenstein

### 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

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





## FAX-ANTWORT

Forschungszentrum Karlsruhe GmbH

# 07247 82-5523

Stabsabteilung Marketing, Patente und Lizenzen (MAP)

## Bitte schicken Sie mir weitere Informationen:

### PANORAMA

- microworks setzt auf reduzierte Herstellungskosten in der Mikrofertigung

### TECHNOLOGIETRANSFER-ANGEBOTE

- Eine Enzyklopädie auf ein Sandkorn schreiben
- Mikro aus Metall
- Schadstoffarme und ökonomische Verbrennung
- Vorteile bei der Abschirmung
- Phosphorrückgewinnung und -entfernung in einem Schritt
- Mikrostrukturen messen
- Das winzig kleine chemische Labor

### SERVICE

- Ein neues Netzwerk: NanoMat für den Mittelstand

### PUBLIKATIONEN

- Biologie im Forschungszentrum Karlsruhe
- Kraftstoff, Strom und Wärme aus Stroh und Waldrestholz
- Gemeinsam an die Spitze

### SONSTIGE WÜNSCHE

### ABSENDER

Name

Vorname

Firma

Funktion

Branche

Straße

PLZ|Ort

Telefon

Fax

E-Mail

- Bitte korrigieren Sie meine Adresse.

Ich bekomme **RESEARCH TO BUSINESS** noch nicht.  
Bitte nehmen Sie mich kostenlos in Ihren Verteiler auf.

Name

Vorname

Firma

Funktion

Branche

Straße

PLZ|Ort

Telefon

Fax

E-Mail