



Forschungszentrum Karlsruhe  
in der Helmholtz-Gemeinschaft

## INHALT

Intelligentes Konzept macht Kraftstoff aus Biomasse wirtschaftlich	1
Editorial	2
Firmenkooperationen mit dem Forschungszentrum Karlsruhe: Eine Fabrik, so klein wie ein DIN-A3-Blatt	2
+++ newsticker +++	2
Technologietransfer-Angebote:	
-Halogenfreie Flammenschutzmittel für Kunststoffe	3
-3-D-mikrostrukturiertes Gerüst für die Zellkultur	3
-Coole Testlabore für hohe Ströme und hohe Spannungen	4
-Mit THERESA weniger Ruß und Kohlenmonoxid	4
-Wasserstoffreiches Gas aus nasser Biomasse	5
-Intelligente Sensoren analysieren Bodengase	5
-Mikrowelle revolutioniert die Herstellung von Verbundwerkstoffen	6
-Speicherung von Wasserstoff wird deutlich günstiger	6
Publikationen:	
-Energieträger Wasserstoff	7
Veranstaltungen:	
-Zwei unter einem Dach: Karlsruher Arbeitsgespräche Produktionsforschung und NanoMat 7. Szene	7
-Umwelttechnik auf internationalem Parkett	7
-Messe für Verbundwerkstoffe	7
Hightech für die Welt von morgen: Den Geheimnissen der kosmischen Strahlung auf der Spur	8
Faxantwort	8
Impressum	8

### Erde und Umwelt

## Intelligentes Konzept macht Kraftstoff aus Biomasse wirtschaftlich

Mineralöl ist nur begrenzt vorhanden und – wie die jüngsten Preisentwicklungen zeigen – seine Verfügbarkeit vielen politischen und wirtschaftlichen Unwägbarkeiten unterworfen. Die Nutzung von Biomasse zur Herstellung hochwertiger synthetischer Kraftstoffe und chemischer Grundprodukte ist eine Alternative, die zu einer Entlastung und Ergänzung des zukünftigen Energie- und Chemiemarktes beitragen wird. Allein die vorhandenen ungenutzten organischen Stoffe wie Stroh oder Holz könnten über zehn Prozent des derzeitigen Kraftstoffbedarfs in Deutschland decken.

Die Nutzung scheiterte bisher daran, dass Biomasse auf große Flächen verteilt und wegen der langen Transportwege nicht wirtschaftlich zu verwerten war. Ein im Forschungszentrum Karlsruhe entwickeltes Verfahren namens „bioliq“ (Biomass to Liquid) löst dieses Problem elegant und führt zu Kraftstoffen höchster Qualität, die für die künftige Motorengeneration hervorragend geeignet sind.

Mit dem ersten Spatenstich legten Anfang November Dr. Gerhard Justinger vom Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft, Dr. Peter Fritz, Vorstandsmitglied am Forschungszentrum Karlsruhe und Dr. Armin Tschermak von Seysenegg vom Wirtschaftsministerium des Landes Baden-Württemberg den Grundstein für den Bau einer Pilotanlage, die den Gesamtprozess

vom Stroh bis zur Zapfsäule technologisch demonstrieren wird. Das im Forschungszentrum Karlsruhe entwickelte „bioliq“-Verfahren sieht vor, in einer ersten Stufe aus der anfallenden Biomasse durch dezentrale Schnellpyrolyse-Anlagen ein transportfähiges flüssiges Zwischenprodukt hoher Energiedichte (vergleichbar mit Rohöl) zu erzeugen. Dieses kann dann mit geringen Transportkosten zur zweiten Stufe der Verarbeitung, einer zentralen Großanlage zur Gaserzeugung und Synthese von Kraftstoffen, angeliefert werden.

Die Pilotanlage wird im Auftrag der Bundesregierung von der Fachagentur „Nachwachsende Rohstoffe“ gefördert. Beteiligt sind zudem die Firmen Lurgi AG (Frankfurt am Main) und Future Energy aus Freiberg. Die Verarbeitungskosten der Biomasse für den High-Tech-Kraftstoff werden unter 50 Cent liegen. Inklusive der Kosten für den Rohstoff bleibt der Preis für einen Liter High-Tech-Kraftstoff unter einem Euro (vor Steuer).

Volkswagen und Daimler-Chrysler haben Interesse an dem Kraftstoff aus dem Forschungszentrum bekundet. Großes Interesse an einer Übernahme des Prozesses besteht auch in China.



Vorstand Dr. Peter Fritz – hier bei der Begrüßung zum Spatenstich – setzt auf die Nutzung von Biomasse zur Herstellung von Kraftstoffen



Das Erkennungszeichen des im Forschungszentrum Karlsruhe entwickelten Verfahrens „bioliq“

■ Firmenkooperationen mit dem Forschungszentrum Karlsruhe

## EDITORIAL

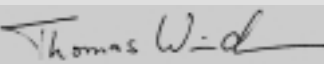
Liebe Leserinnen, liebe Leser,

mit der Einführung des dualen Entsorgungssystems für Hausmüll ist die Wiederverwertung und Wiederverwendung von Abfallstoffen in den Mittelpunkt des öffentlichen Interesses gerückt. Abfälle sind nicht mehr allein bewegliche Sachen, deren sich der Besitzer entledigen will. Abfallstoffe sind mehr! Sie können zur Herstellung verwertbarer Zwischen- und Endprodukte dienen und werden so zu Wertstoffen. Ihren wahren Wert findet der Bürger allerdings nur hinter einem komplexen Geflecht aus Angebot und Nachfrage sowie vertraglichen Bindungen.

Während die Vorteile der Wiederverwertung bestimmter Stoffe dem Verbraucher sofort ersichtlich sind, erschließen sich die Vorteile der Wiederverwertung selbst der Industrie erst nach genauer Begutachtung. Insbesondere bei stofffremden Prozessen bestimmt eine umfassende Ökobilanz den sinnvollen Einsatz des Wertstoffs.

Der Einsatz von biogenen Reststoffen zur Gewinnung hochwertiger, synthetischer Kraftstoffe und chemischer Produkte im Projekt „bioliq – Biomass to Liquid Karlsruhe“ hat alle ökologischen und wirtschaftlichen Hürden genommen. Mit Begeisterung und Zuversicht leisten wir unseren Beitrag für weniger Kohlendioxid ausstoß und für eine mobile Zukunft.

Ein frohes Weihnachtsfest und ein erfolgreiches neues Jahr wünscht Ihr



Dr. Thomas Windmann

# Eine Fabrik, so klein wie ein DIN-A3-Blatt

Die Umsetzung von mikrosystemtechnischen Produkten am Markt erfordert flexible und kostengünstige Fertigungsmittel. Stehen zudem auch geeignete Montageprozesse zur Verfügung, lassen sich Fertigungssysteme zur automatisierten Serienproduktion von Mikrosystemen realisieren. Die enge Verknüpfung zwischen der Prozess- und der Komponentenentwicklung ist hier der Garant für den Aufbau einer wirtschaftlichen Produktion und die Basis für eine erfolgreiche Etablierung eines mikrosystemtechnischen Produkts am Markt.

In der Zusammenarbeit zwischen dem Forschungszentrum Karlsruhe und der Firma IEF Werner GmbH kooperieren der Prozessentwickler



Die von der Firma IEF Werner in Zusammenarbeit mit dem Forschungszentrum Karlsruhe entwickelte Tischfabrik montiert mikrooptische Abstandssensoren

und der Hersteller von Fertigungsgeräten beispielhaft. Seit Ende der 90er-Jahre arbeitet vor allem das Institut für Angewandte Informatik eng mit dem in Furtwangen im Schwarzwald angesiedelten Unternehmen zusammen. Aktuelles Ergebnis ist eine „Tischfabrik“. Sie entstand aus dem vom Bundesministerium für Bildung und Forschung geförderten Projekt MikroFEMOS. Die in der Kooperation realisierte hochpräzise Mikromontagemaschine ist so flexibel ausgelegt, dass sämtliche Montage- und Fügevorgänge zum Aufbau eines Sensors auf dieser Anlage durchgeführt werden können – und das bei einer Grundfläche in der Größe eines DIN-A3-Blattes. Die Zuführung der einzelnen Komponenten erfolgt auf Basis von genormten 2-Zoll-DIN-Werkstückträgern. Im Arbeitsraum der Maschine können sechs dieser Werkstückträger fixiert werden. Ein integriertes System ermöglicht das Einwechseln von bis zu vier weiteren Werkzeugen. Bei geringen Stückzahlen werden die Montageschritte sequentiell auf einer Maschine abgearbeitet und die Maschine wird für die einzelnen Montageschritte umgerüstet. Bei steigenden Stückzahlen erfolgt die Montage ohne Umrüsten auf mehreren Maschinen. Diese einzelnen Stationen können wiederum über Transportbänder verknüpft werden. Durch dieses Montagekonzept kann bereits in kleinen Losgrößen wirtschaftlich produziert werden. Bei steigenden Stückzahlen wächst die Anlage durch einfaches duplizieren ohne einen Technologiewechsel mit.

Die Kooperation zwischen dem Forschungszentrum Karlsruhe und der IEF Werner GmbH ist ein Beispiel für den erfolgreichen Transfer von spezifischem Know-how – hier aus der Mikrosystemtechnik. Mit dem Projekt MikroFEMOS ist es gelungen, eine modular ausbaubare Montagemaschine für kleinste Bauteile zur Serienreife zu bringen. Ausgehend von einer aus Standardkomponenten aufgebauten Anlage lassen sich weitere Anlagen wirtschaftlich erstellen.



IEF Werner gehört zu den führenden Herstellern von Komponenten für die Automatisierungstechnik und im Sondermaschinenbau. Eine hohe Genauigkeit und Dynamik sowie eine lange Lebenszeit zeichnen die Produkte aus. Das mittelständische Unternehmen beliefert neben den klassischen Handhabungsbranchen auch Positioniersysteme für Anwendungen in der Mikrotechnologie, vorrangig für die Branchen Telekommunikation, Elektrotechnik und Automotive.

### IEF Werner GmbH

Wendelhofstr. 6  
78120 Furtwangen  
Tel.: +49 (0) 7723 925-0  
E-Mail: info@IEF-Werner.de  
www.IEF-Werner.de

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

+++ Der Nachwuchsforscher Stefan Schulz hat für die Entwicklung einer neuer Handprothese den Scientific Award der BMW-Group erhalten. An der Handprothese können Amputierte kraft ihrer Armmuskeln alle fünf Finger bewegen. Verformbare Kunststoffkissen bewegen dank einer Minihydraulik die Fingergelenke. Durch die Kissen fühlt sich die Prothese, die mit einem Handschuh überzogen wird, ähnlich weich wie eine echte Hand an. Stefan Schulz arbeitet am Institut für Angewandte Informatik am Forschungszentrum Karlsruhe und gewann den ersten Preis in der Katego-

rie Dissertation. Die BMW-Group verleiht seit 1991 alle zwei Jahre für herausragende wissenschaftliche Arbeiten den Scientific Award. +++

+++ Wo arbeiten Deutschlands Spitzenwissenschaftler? Die Wirtschaftswoche veröffentlichte im August dieses Jahres ein Umfrageergebnis des Meinungsforschungsinstituts TNS Emnid. Es hat 200 Spitzenforscher aus den Natur- und Ingenieurwissenschaften nach ihrem Urteil über die besten Forschungsstandorte gefragt. Damit liegt erstmals eine Rangliste für Deutschland vor. Einen Doppelsieg in

der Nanotechnologie erreichten das Forschungszentrum Karlsruhe und die Universität Karlsruhe. Ein weiteres Ergebnis: Die Spitzenstandorte München, Aachen und Karlsruhe vereinen viel Know-how an einem Ort. Die anderen als hervorragend bewerteten Institute sind bundesweit verstreut. +++

+++ Innovative Hochtechnologie aus dem Forschungszentrum Karlsruhe findet sich seit kurzem im Inneren von Schweizer Luxusuhren. Die Schweizer Traditionsmarke H. Moser & Cie. baut die ersten Uhren mit LIGA-Technologie. Anker und Ankerrä-

der, die wichtigsten Bauteile in mechanischen Uhrwerken, werden serienmäßig im LIGA-Verfahren produziert. LIGA ist ein im Forschungszentrum Karlsruhe entwickeltes Verfahren zur Herstellung von Mikrostrukturen. Die neuartigen Bauteile führen wegen ihrer metrischen Exaktheit und sehr glatten Seitenwände zu einem Qualitätssprung für die Präzision und Ganggenauigkeit der Uhrwerke. Da die Teile aus fast reinem Gold bestehen, passen sie zu den ästhetischen und wertvollen Uhren. In der Uhrenindustrie haben die Teile schon große Aufmerksamkeit erregt. +++

## Halogenfreie Flammschutzmittel für Kunststoffe

Die Verwendung ungiftiger Flammschutzmittel ist ein Grundprinzip der „Green Chemistry“. Wissenschaftler am Forschungszentrum Karlsruhe entwickelten jetzt halogenfreie Flammschutzmittel für Polymere – eine Alternative zu den traditionell halogenhaltigen Flammschutzmitteln. Sehr gute Ergebnisse erzielten die Chemiker mit neuen Flammschutzmitteln für Epoxid- und Polyesterharze. Diese Forschungsarbeiten wurden gemeinsam mit der Firma Schill + Seilacher AG (Böblingen) durchgeführt.

Aufbauend auf Grundlagenuntersuchungen zur Synthesechemie von Organophosphorverbindungen und zu deren Reaktivität werden geeignete reaktive Flammschutzmittel für einen integrierten Flammschutz hergestellt. Diese sind dann in das polymere Netzwerk integriert und beeinflussen die Materialeigenschaften nur geringfügig. Neben einer ausgewiesenen Flammschutzwirkung ist es von entscheidender Bedeutung, die Flammschutzmit-

tel im Zuge der jeweiligen Verarbeitungstechnologie einzubringen – ohne dass zusätzliche Verfahrensschritte notwendig werden. Besonders eindrucksvoll gelingt das bei der Erzeugung flammenhemmend ausgerüsteter Polyamide und Polyester. Diese werden im Knet- oder Extruder bei 240 bis 300 Grad Celsius verarbeitet. Die dabei eingesetzten additiven phosphorhaltigen Flammschutzmittel (DOPAL-Derivate) reagieren mit reaktiven Endgruppen dieser Polymere. Dies führt in einem synergistischen Prozess zu einer weiteren Kettenverlängerung, die sich in der Viskositäts-erhöhung der flüssigen Polymere widerspiegelt.

Das Institut für Technische Chemie möchte ein ausgewogenes Gleichgewicht zwischen benötigtem Flammschutz, toxikologischen Anforderungen sowie technischer Performance erreichen und sucht hierfür Entwicklungspartner in der Industrie.

Informationen per Faxantwort auf Seite 8



Brennende Computer oder Fernsehgeräte verursachen nicht nur einen materiellen Schaden. Umweltgifte sind ein meist unerkanntes Problem. Foto: Lawrence Lawry

## 3-D-mikrostrukturiertes Gerüst für die Zellkultur

In einer interdisziplinären Zusammenarbeit zwischen den Instituten für Biologische Grenzflächen und für Mikro-

strukturtechnik am Forschungszentrum Karlsruhe und der Gesellschaft für Schwerionenforschung (Darm-

stadt) wurde eine neue Mikro-Gerüststruktur für die dreidimensionale Kultivierung von Zellen entwickelt.

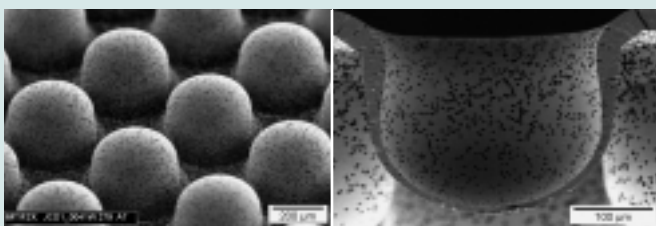
Das mikrostrukturierte Gerüst besteht aus einer flächigen Anordnung von zylinderförmigen Mikrokavitäten mit einem Durchmesser und einer Tiefe von 300 Mikrometern. Die Größe der Kavitäten kann so eingestellt werden, dass wie in natürlichen Geweben auch die passiven Versorgungswege (Diffusion aus Kapillargefäßen) nicht länger als 150 Mikrometer sind. In dem dreidimensionalen filterartigen mikrostrukturierten Gerüst lässt sich die Länge der Versorgungswege so minimieren und homogen gestalten, dass Zellaggregate ohne Mangelerscheinungen kultiviert werden können. Die Versorgung kann durch Superfusion oder durch Perfusion erfolgen.

Für die Gerüststruktur besteht ein kontinuierlicher, für einen hohen Fertigungsdurchsatz, geeigneter Herstellungsprozess. Ihr liegt ein neues mehrstufiges und folienbasiertes Verfahren zu Grunde, das auf einer Kombination

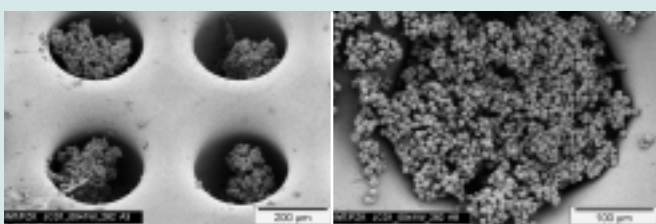
aus mikrotechnischem Thermoformen und Ionenspurtechnologie beruht. Damit lassen sich hinsichtlich der Porengeometrie und -verteilung eine Vielzahl von Design-Varianten herstellen, die dünnwandig, dreidimensional und mechanisch stabil sind.

Anwendungen im biotechnologischen Bereich sind Microassay auf Zellbasis zur Wirkstoffforschung, Zellkulturträger zur dreidimensionalen Kultivierung von Zellen sowie Mikro-Zellkulturreaktoren als Produktionssystem für Biopharmazeutika durch charakterisierte Zelllinien. Die Mikro-Gerüststruktur eignet sich zudem für die Entwicklung von Gewebemodellen für unterschiedliche Organe oder in der Tumorforschung und die Bereitstellung von 3-D-Stammzellkulturen. Das Forschungszentrum Karlsruhe sucht Industriepartner für produktorientierte Forschung und Entwicklung sowie Lizenznehmer für das patentrechtlich geschützte Verfahren.

Informationen per Faxantwort auf Seite 8



Array bestrahlter, thermogeformter und geätzter Mikrokavitäten (Rückseite und Querschnitt)



Kultivierung humaner Zellkulturen (HepG2) in den Mikrokavitäten

## Coolle Testlabore für hohe Ströme und hohe Spannungen

Supraleitungen ermöglichen einen Stromfluss ohne elektrischen Widerstand und bis zu 1000-mal höhere Stromdichten als in Kupferleitungen. Dieser Gedanke fasziniert Wissenschaftler und Ingenieure seit der Entdeckung der Supraleitung im Jahre 1911. Jedoch erst die 1986 entdeckte keramischen Hochtemperatur-Supraleiter ermöglichen eine vergleichsweise preiswerte und effiziente Kühlung mit flüssigem Stickstoff. Eine technisch und wirtschaftlich sinnvolle Anwendung der Supraleitung für Komponenten der elektrischen Energietechnik erscheint damit in greifbarer Nähe. Komponenten wie Kabel, Motoren, Generatoren, Transformatoren, Strombegrenzer oder Energiespeicher in supraleitender Ausführung sind weitaus verlustärmer und kompakter als ihre konventionellen Pen-

dants. Durch die selbsttätige Strombegrenzung und verlustarme dauerhafte magnetische Energiespeicherung werden zusätzlich neue Funktionen ermöglicht mit einer Vielzahl attraktiver Anwendungsgebiete. Weltweit werden derzeit auf dem Gebiet leistungsstarke Prototypen entwickelt und ersten realen Dauereinsätzen unterzogen.

Das Institut für Technische Physik bietet mit der Kombination des kryogenen Hochspannungslabors und dem Labor für Supraleiteranwendungen in der elektrischen Energietechnik ein einzigartiges Testlabor, das es erlaubt, sowohl die Eigenschaften der Komponenten bei hohen Strömen zu untersuchen wie auch deren Spannungsfestigkeit. Maximale Wechselströme von bis zu 15 000 Ampere und Spannungen bis 200 000 Volt sind mit den

derzeitigen Testeinrichtungen realisierbar. Aktuell ist das Institut für Technische Physik an der Entwicklung eines supraleitenden Strombegrenzers mit 110 000 Volt und 1 800 Ampere sowie eines supraleitenden Kabels mit 138 000 Volt und 2 400 Ampere beteiligt. Weiterhin befindet sich der weltweit erste in einem Feldtest getestete resistive supraleitende Strombegrenzer (10 000 Volt, 600 Ampere) zur Überprüfung des Langzeitverhaltens in einem Dauertest im Labor des Instituts für Technische Physik.

Das Forschungszentrum Karlsruhe bietet interessierten Firmen und Forschungseinrichtungen die Nutzung dieser Labore an und ist interessiert an gemeinsamen anwendungsorientierten Entwicklungen.

Informationen per Faxantwort auf Seite 8



Das Herzstück des ersten in einem Feldtest getestete supraleitenden Strombegrenzers

## Mit THERESA weniger Ruß und Kohlenmonoxid

Eine Abfallform, die den Betreibern von Drehrohranlagen Probleme im Verbrennungsprozess bereitet, ist die Verbrennung von Abfallgebinden, etwa Laborabfälle und Abfälle aus Schadstoffsammlungen. Da diese Abfälle nur in Gebinden der Verbrennung zugeführt werden können, führt die Freisetzung ihres Inhalts zu einer stoßartigen Belastung der Verbrennungsanlage und der nachfolgenden Rauchgasreinigung. Je nach Gebindegröße und Inhalt (Heizwert) entstehen im Drehrohr zum Teil sehr hohe Konzentrationsspitzen an unvollständig ver-

brannten Schadstoffen wie Ruß und vor allem Kohlenmonoxid. Da die Schadstoffe anschließend von der Nachbrennkammer nicht mehr vollständig abgebaut werden, führen sie zu ungewollten Emissionsspitzen. Sämtliche Abfallverbrennungsanlagen unterliegen strengen Emissionsgrenzwerten, so dass die Kohlenmonoxidkonzentration am Rauchgasabzug zugleich der limitierende Faktor für den Durchsatz von Gebinden im Drehrohr ist.

Die Entwicklung eines neuen Verfahrens an der halbtechnischen Ver-

suchsanlage THERESA ermöglicht es nun, den Durchsatz an hochkalorischen Gebinden im Drehrohrfen unter Einhaltung der Emissionsgrenzwerte deutlich zu erhöhen. Dazu überwacht ein optischer Sensor mit sehr kurzen Antwortzeiten den Feuerraum im Drehrohrfen und detektiert diskontinuierlich auftretende Konzentrationsspitzen während der Gebindeverbrennung. Diese Messsignale werden an das Prozessleitsystem der Anlage weitergeleitet und dort verarbeitet. Anschließend werden Steuersignale auf die Brenner in der Nachbrennkammer aufgeschaltet, welche die Verbrennungsbedingungen an die Anforderungen eines vollständigen Ausbrands in der Gasphase angleichen. Da primär eine Anpassung auf der Brennstoffseite durch kurzzeitige Reduzierung des Brennstoffdurchsatzes erfolgt, der Verbrennungsluftdurchsatz jedoch konstant bleibt, entsteht durch die Steuerung der Brenner keine Beeinflussung des Rauchgasvolumenstroms und keine Zusatzbelastung für die Rauchgasreinigung.

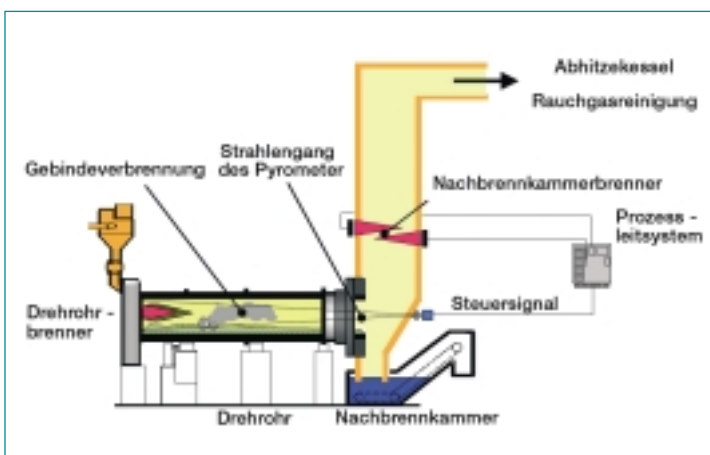
Wie die Versuchsergebnisse zeigen, können mit Hilfe des am Institut für Technische Chemie entwickelten Ver-

fahrens Konzentrationsspitzen des Kohlenmonoxids um mehr als 90 Prozent reduziert und der Durchsatz an hochkalorischen Gebinden im Drehrohrfen um den Faktor zwei und mehr erhöht werden. Ziel der Untersuchungen war, den Verbrennungsprozess und damit die Verfügbarkeit einer Drehrohranlage zu optimieren.

In Deutschland ist eine Kapazität von einer Million Jahrestonnen vorhanden. Weltweit besteht ein erheblicher Bedarf an Verbrennungskapazitäten. Insbesondere in Länder mit hohem Wirtschaftswachstum wie China und Indien werden zur Zeit neue Anlagen geplant und gebaut.

Das Forschungszentrum Karlsruhe bietet das patentierte Verfahren als Lizenz an. Sensor und Steuerung können an die jeweiligen Anlagenbedingungen angepasst werden. Neben der Anwendung des Verfahrens bei der Sonderabfallverbrennung ist auch der Einsatz in industriellen Verbrennungsprozessen mit instationären Prozessverläufen möglich.

Informationen per Faxantwort auf Seite 8



Ein optischer Sensor kontrolliert die Emission bei der Müllverbrennung

■ Technologietransfer-Angebote

## Wasserstoffreiches Gas aus nasser Biomasse

Überschüssige Biomasse, wie sie in der Lebensmittelindustrie oder nach der Vergärung entsteht, hat oft einen Wassergehalt von über 50 Prozent, meist sogar über 80 Prozent. Solche so genannte nasse Biomasse kann durch hydrothermale Gaserzeugung

zu einem wasserstoffreichen Gas umgesetzt werden, wobei die Komponenten der Biomasse, mit dem enthaltenden Wasser reagieren. Bisher ungenutzte nasse Biomasse wird so für eine sinnvolle Anwendung nutzbar gemacht. Damit eine solche Reaktion

stattfindet ist ein Druck von rund 300 bar und eine Temperatur zwischen 600 und 700 Grad Celsius notwendig.

Nasse Biomasse wird heute bevorzugt zu Biogas vergärt. Der Umsatz zu einem methanreichen Gas beträgt dabei allerdings nur etwa 50 Prozent, so dass bei dem Verfahren die Hälfte der eingesetzten Masse als Klär- oder Vergärungsschlamm anfällt und entsorgt werden muss. Bei der hydrothermalen Gaserzeugung ist der Umsatz annähernd vollständig. Zudem entsteht ein sehr wasserstoffreiches Gas, Pflanzenschutzmittel und Gifte stören die Reaktion nicht und Bakterien, Pilze und andere Keime werden vollständig zerstört.

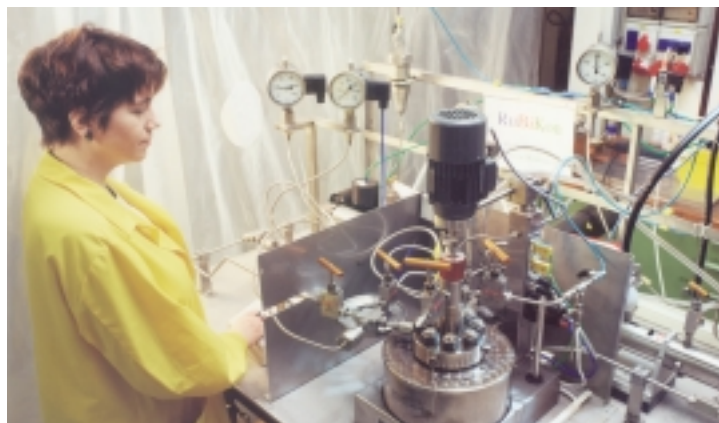
Durch eine neue Verfahrensvariante gelang es nun die Effizienz des Verfahrens zu steigern. Neben den für die Entwicklung solcher Verfahrens-

varianten genutzten Laboranlagen steht zudem eine größere Anlage mit einem Durchsatz von 100 Kilogramm pro Stunde zur Verfügung mit der das Verfahren auch im größeren Maßstab demonstriert und größere Mengen Gas erzeugt werden können.

Das gebildete Produktgas eignet sich gut für Hochtemperaturbrennstoffzellen oder Gasmotoren und kann so zur Stromerzeugung genutzt werden. Eine Anlage wäre aufgrund der hohen Raum-Zeit-Ausbeute relativ klein und kompakt.

Das Forschungszentrum Karlsruhe sucht Partner, die überschüssige, nasse Biomasse produzieren und hierfür eine Nutzungsmöglichkeit suchen oder bei der Entwicklung und Anwendung des Verfahrens helfen möchten.

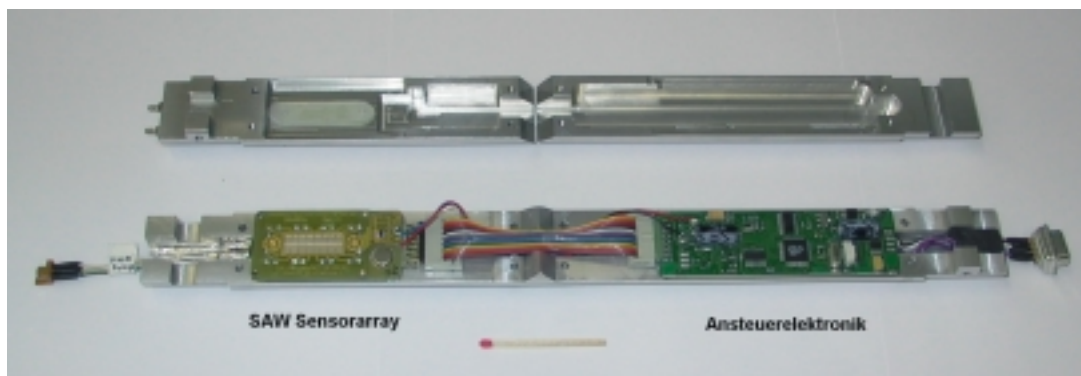
Informationen per Faxantwort auf Seite 8



Diese Laboranlage sorgt für die hydrothermale Vergasung nasser Biomasse

■ Technologietransfer-Angebote

## Intelligente Sensoren analysieren Bodengase



Alles für die Sensoransteuerung Notwendige wurde in einer kompakten Steuerelektronik integriert, passend für die geometrischen Anforderungen im Inneren der Bodensonde

Das Institut für Mikrostrukturtechnik gehört im Rahmen eines Verbundprojektes der Deutschen Bundesstiftung Umwelt zu den Entwicklern eines Verfahrens, das es erlaubt, eine chemische Sondierung von Bodenkontaminationen unmittelbar am Ort des Schadens vorzunehmen.

Kernstück der Sensortechnik ist ein miniaturisiertes Sensorarray aus acht einzelnen Surface-Acoustic-Wave-Sensoren (SAW-Sensoren). Sie basieren auf akustoelektrischen Bauelementen, die mit einer sensitiven Polymerbeschichtung versehen werden. Je nach Eigenschaft der jeweils aufgetragenen Schicht entstehen so chemische Sensoren, die zur hochsensitiven De-

tektion bestimmter Gase verwendet werden können. Da Polymere meist nur eine Semiselektivität aufweisen, werden Arrays aus mehreren Sensoren eingesetzt. Die zu analysierenden Gase können mit Hilfe der entstehenden Signalmuster selektiv bestimmt werden. Ein speziell patentiertes Verfahren erlaubt es, die Sensorik sehr kompakt auf einer elektronischen Oszillatorschaltung unterzubringen. Die Gasmessung geschieht mittels kapazitiv gekoppelten Sensoren, die auf gefrästen Kanälen zu liegen kommen. Um die Sensoren im Boden reproduzierbar und effizient mit dem Messgas in Kontakt zu bringen, wurde eine spezielle Probenahmetechnik für

die Sensoren entwickelt, die auf einem Kreislaufsystem basiert. Es enthält ein festes zu befüllendes Messvolumen und einen selektiven Filter, der nach jeder Messung durch Thermodesorption gereinigt und sozusagen in den Ausgangszustand versetzt wird. Da das Sensorsystem direkt in den penetrierfähigen Sondenspitzen einer Rammkernsonde untergebracht ist, wird die Analytik tiefenaufgelöst und unter Echtzeitbedingungen möglich. Bei Versuchen mit autarken, batteriebetriebenen Prototypen konnten bereits Tiefen von zehn Metern erreicht werden, wobei die Signalübertragung kabellos über Bluetooth erfolgt.

Mit diesem Verfahren konnten bodentypische Störgrößen, wie Variation der Feuchte, Temperatur und Änderung des Ansaugwiderstands im Einlassbereich der Bodensonde ausgeglichen werden. Ein weiterer Vorteil dieser Probenahmetechnik ergibt sich aus der Möglichkeit über die Wahl der Größe des Messvolumens die Sensitivität des Sensorsystems und damit Nachweisgrenzen entsprechend der Erfordernisse anzupassen. Bei Bedarf können so Schadstoffe im Bereich niedriger Konzentrationen von weniger als einem Gramm pro Tonne Boden sicher nachgewiesen werden.

Informationen per Faxantwort auf Seite 8

## Mikrowelle revolutioniert die Herstellung von Verbundwerkstoffen

Am Institut Hochleistungsimpuls- und Mikrowellentechnik werden Mikrowellentechnologien bis zur industriereifen Großtechnik entwickelt und gebaut. Eine neue Großanlage zur Herstellung von kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffen, so genannten CFK-Strukturen, wird seit 2003 in einem Technologietransferprojekt mit der Vötsch Industrietechnik GmbH (Reiskirchen) sowie den Partnern EADS (Ottohrunn) und Institut für Flugzeugbau an der Universität Stuttgart entwickelt. Die Mikrowellenanlage ist benannt nach Hephaistos, dem griechischen Gott des Handwerks und Feuers, der Name setzt sich aus den Buchstaben für High Electromagnetic Power Heating Automated Injected Structures Oven System zusammen. Als neue Technologie stellt die Mikrowellenprozessierung durch gesenkte Zykluszeiten und Systemkosten eine viel versprechende Innovation dar. Mikrowellen ermöglichen als einziges physikalisches Erwärmungsverfahren eine gezielte, trägheitslose und volu-

metrische Aufheizung eines Produkts. Die Ofenkammer selbst bleibt kalt.

Mit dem am Forschungszentrum Karlsruhe entwickelten und international patentierten System ist es erstmals gelungen, durch eine sehr hohe Feldhomogenität hochqualitative CFK-Luftfahrtstrukturen herzustellen. Auch Metallteile wie herkömmliche Werkzeuge oder Tische können unproblematisch im Mikrowellenfeld genutzt werden. Die Faserverbundwerkstoffe weisen ein hohes Leichtbaupotenzial auf, so dass ihre Eigenschaften den entsprechenden mechanischen Anforderungen optimal angepasst werden können.

Solche mikrowellenprozessierten Compositmaterialien sind für die Luft- und Raumfahrtindustrie ebenso interessant wie für die Automobil- und Verkehrstechnikunternehmen. Denn die Kohlenfaserverbundwerkstoffe machen eine optimierte und automatisierte Prozessführung mit zukunftsweisenden autoklavfreien



*In der Luftfahrtindustrie hat man die Vorteile der Materialaushärtung in Mikrowellenanlagen erkannt. Zu den Testkandidaten gehörten auch Bauteile des AIRBUS A380*

Fertigungsverfahren möglich. Das Forschungszentrum Karlsruhe sucht gemeinsam mit den Partnerunternehmen für die modulare und universell einsetzbare Mikrowellentechnologie weitere Anwender in Lizenz für den industriellen Einsatz. Eine Großan-

lage HEPHAISTOS-CA2 wird Anfang des Jahres 2006 an die Universität Stuttgart zur Integration in die weltweit modernste Fertigungsstraße für CFK-Strukturen ausgeliefert.

*Informationen per Faxantwort auf Seite 8*

## Speicherung von Wasserstoff wird deutlich günstiger

In den letzten Jahrzehnten ist absehbar geworden, dass die Vorräte an Rohöl zur Neige gehen werden, die weltweiten Reserven sind bereits etwa zur Hälfte erschöpft. Auf der Suche nach Alternativlösungen stellt

Wasserstoff als Energieträger eine der viel versprechenden Optionen dar: Er kann kohlendioxid-neutral erzeugt werden und bildet reines Wasser als Verbrennungsprodukt.

Die technischen Herausforderungen, die es auf dem Weg in eine Wasserstoffwirtschaft zu lösen gilt, sind neben der Wasserstoffherzeugung vor allem die Speicherung des leichten Gases. Obwohl in Versuchsfahrzeugen bereits erste kommerziell erhältliche Speichersysteme eingesetzt werden, erscheinen die beiden etablierten Methoden – auf der Basis von komprimiertem oder verflüssigtem Wasserstoff – nicht sinnvoll. Das Institut für Nanotechnologie entwickelte nun ein Verfahren, das eine drastische Kostensenkung bei der Herstellung von Speichermaterialien auf Aluminiumbasis, so genannten Alanaten, erlaubt.

*Anlage für die Untersuchung nanokristalliner Wasserstoffspeichermaterialien*

Bei dem derzeit leistungsfähigsten Speichermaterial für Brennstoffzellenanwendungen handelt es sich um nanokompositisches, titandotiertes  $\text{NaAlH}_4$ , das Wasserstoff aufnehmen und abgeben kann. Zur Herstellung des Nanokomposits bietet es sich aus Kostengründen an, nicht das teurere  $\text{NaAlH}_4$  als Ausgangsmaterial zu verwenden, sondern den entladenen Zustand des Systems als Nanokomposit aus  $\text{NaH}$ ,  $\text{Al}$  und einem  $\text{Ti}$ -Precursor herzustellen. Dieses kann dann mit Wasserstoff beladen und zyklert werden.

Ziel der Arbeiten am Institut für Nanotechnologie war es nun, ein katalytisch aktives System zu entwickeln, das unter Verwendung des derzeit kostengünstigsten Titan-Precursors in einem einfachen und mengenmäßig leicht skalierbaren Verfahren hergestellt wird. Bei dem Precursor handelt es sich um eine Flüssigkeit, deren Preis derzeit etwa zwei Cent pro

Gramm beträgt, und um den Faktor 1000 günstiger ist als das standardmäßig verwendete  $\text{TiC}_{13}$ .

Die reinen Materialkosten für den Katalysator eines Hydridtanks würden demnach nur noch rund 50 Euro statt 50 000 Euro betragen. Gegen eine Verwendung der  $\text{Ti}$ -haltigen Flüssigkeit sprachen bisher ihr niedriger Siedepunkt, ihre negativen Eigenschaften bezüglich der Gesamt-Speicherkapazität und ihre im Vergleich zu  $\text{TiC}_{13}$  etwas schlechteren katalytischen Eigenschaften. Durch das am INT entwickelte Verfahren konnten alle diese Nachteile beseitigt und ein Kompositsystem entwickelt werden, dessen kinetische Eigenschaften die eines  $\text{TiC}_{13}$ -dotierten Systems sogar leicht übertreffen.

Das Verfahren ist einfach und kompatibel mit großtechnischen Prozessen. Das Forschungszentrum ist an Lizenznehmern für das Verfahren interessiert. *Informationen per Faxantwort auf Seite 8*



## ■ Veranstaltungen

## Zwei unter einem Dach: Karlsruher Arbeitsgespräche Produktionsforschung und NanoMat 7. Szene



14.–15.03.2006, Karlsruhe

Zum achten Mal finden am 14. und 15. März 2006 im Karlsruher Kongresszentrum die „Arbeitsgespräche Produktionsforschung“ statt, eine Veranstaltung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung. Unter dem Leitgedanken „Produktion und produktionsnahe Dienstleistungen – Lösungen aus Deutschland“ präsentieren Experten aus Industrie und Forschung eine Auswahl neuer Produktionsverfahren und Ausrüstungen. Themen sind die integrierte Produkt- und Prozessplanung, Auftragsabwicklung und Logistik, intelligent kombinierte Produkte und Dienstleistungen sowie neue Produktionssysteme im Bereich der Mikro- und Nanotechnik. Dabei stehen Praxisbeispiele im Vordergrund. Betriebsbesichtigungen bei Daimler Chrysler (Werk Gaggenau und Rastatt), Stora Enso Maxau GmbH

(Karlsruhe) und L'Oréal Produktion Deutschland GmbH runden das Programm ab.

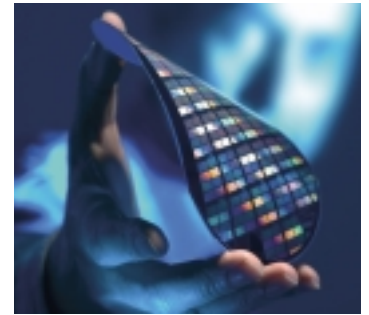
Die präsentierten Forschungsergebnisse wurden und werden innerhalb des Rahmenkonzepts „Forschung für die Produktion von morgen“ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert. Die Veranstaltung richtet sich an Fach- und Führungskräfte aus Unternehmen, Forschung und Verbänden.

Eines der Foren bestreitet in diesem Jahr das Netzwerk NanoMat, ein Netzwerk, in dem die Kompetenzen der Partner gebündelt und Forschungsprojekte zu Materialien der Nanotechnologie interdisziplinär durchgeführt werden. Der mit 20 000 Euro dotierte NanoMat-Innovation-Award wird am 14. März vergeben. Der Award wird an junge Wissenschaftler der Nanotechnik

verliehen, deren exzellente Arbeiten die Lücke zwischen Grundlagenforschung und Innovation überbrücken.

In den Vorträgen werden Lösungen zur nanotechnologischen Produktion vorgestellt sowie produktionstechnische Herausforderungen für neue Anwendungen der Nanotechnologie diskutiert.

Weitere Informationen und Programm unter [www.produktionsforschung.de](http://www.produktionsforschung.de) und [www.nanomat.de](http://www.nanomat.de).



## ■ Publikationen

## Energieträger Wasserstoff

Weltweit werden derzeit viele Anstrengungen unternommen, um einen Einstieg in die so genannte „Wasserstoffwirtschaft“ vorzubereiten. Dabei sind allerdings noch eine Reihe technologischer Probleme zu lösen. Diese reichen von der Wasserstoffherzeugung über den Transport und die Speicherung des Wasserstoffs bis hin zu Sicherheitsaspekten. Diese Themen behandelt die aktuelle Ausgabe der „Nachrichten“ des Forschungszentrums Karlsruhe. Ein Beitrag widmet sich den grundlegenden Aspekten einer künftigen Wasserstoffwirtschaft. *Interessierte bestellen das Heft per Faxantwort auf Seite 8 oder nutzen die Downloadmöglichkeiten unter [www.fzk.de/nachrichten](http://www.fzk.de/nachrichten)*

## ■ Veranstaltungen

## Umwelttechnik auf internationalem Parkett



22.–26.01.2006, Tucson

Die internationale Konferenz EUEC (Electric Utilities Environmental Conference) findet von 22. bis 26. Januar in Tucson (Arizona) statt und ist Treffpunkt des Who's who der amerikanischen Umweltechnologie. Mit For-

schungs- und Entwicklungsarbeiten zur Umwelttechnik made in Germany nimmt das Forschungszentrum Karlsruhe teil. Das Programm Nachhaltigkeit und Technik. stellt neue Verfahren für die Abfall- und Abwasserverwer-

nung, die rationelle Energieumwandlung, die ressourcen- und umweltschonende Produktion und die Wiederverwendung von Reststoffen vor.

Weitere Informationen und Anmeldung unter [www.euec.com](http://www.euec.com)

## ■ Veranstaltungen

## Messe für Verbundwerkstoffe



28.–30.03.2006, Paris

Drei Tage lang, von 28. bis 30. März, wird die JEC Composites Show Brennpunkt für neue technische Trends und überragende Innovationen in den vier Segmenten des Verbundstoffmarktes sein, - der Bau-, Automobil-, Luftfahrt- und Schiffbauindustrie. Auf 35 500

Quadratmetern Fläche präsentierten 900 Aussteller ihre Innovationen in den Bereichen Materialien, Verfahren und Anwendungen.

Das Forschungszentrum Karlsruhe zeigt auf der Messe einen Ausschnitt seiner Produktionstechnologie, den

Mikrowellenofen HEPHAISTOS für die Herstellung kohlenfaserverstärkter Verbundwerkstoffe (siehe Seite 6 in diesem Heft).

Weitere Informationen und Anmeldung unter [www.jecshow.com](http://www.jecshow.com)



■ Hightech für die Welt von morgen

# Den Geheimnissen der kosmischen Strahlung auf der Spur

In der argentinischen Pampa, 1 000 Kilometer westlich von Buenos Aires, entsteht mit dem Pierre-Auger-Observatorium das größte Messfeld der Welt zur Untersuchung der kosmischen Strahlung. Dort sollen die energiereichsten Atomkerne untersucht werden, die im Universum zu finden sind und deren Herkunft unbekannt ist.

„Kaum eine Frage von fundamentaler Bedeutung hat die Astrophysiker vor so große Probleme gestellt, wie diejenige nach dem Ursprung der kosmischen Strahlung“, sagt Professor Dr. Johannes Blümer, Leiter des Instituts für Kernphysik am Forschungszentrum Karlsruhe und Vertreter der deutschen Auger-Gruppen. Am Observatorium, das am 12. November von Wissenschaftlern und Journalisten aus aller Welt besichtigt wurde, arbeiten 250 Forscher aus 16 Nationen mit.

Für die Messungen setzen die Wissenschaftler zwei Techniken gleichzeitig ein: In Wassertanks mit einem Volumen von 12 000 Litern werden Teilchen von kosmischen Luftschauern eingefangen. Empfindliche Detektoren im Innern registrieren diese dabei ausgelösten kurzen Lichtblitze. Gleichzeitig überwachen Teleskope den gesamten Himmel. Ein Luftschauer erzeugt nämlich in der Atmo-



Wenn es Nacht wird über der argentinischen Pampa, verfolgen Kameras die Leuchtspuren der kosmischen Strahlen

sphäre auch einen UV-Blitz. Um die Leuchtspur auszurechnen, machen die Teleskopkameras pro Sekunde zehn Millionen Aufnahmen. Aus den Daten der Wassertanks und der Teleskope können die Wissenschaftler schließlich die Einfallrichtung, die Energie und den Typ des kosmischen Teilchens bestimmen. 1 000 von 1 600 geplanten Wassertanks stehen bereits auf einer Fläche von 3 000 Quadratkilometern, 18 von geplanten 24 Teleskopen verfolgen schon jetzt die Leuchtspuren der kosmischen Strahlung.

So selten diese Teilchen sind, die von ihnen in der Erdatmosphäre ausgelösten Schauer von Sekundärteilchen sind spektakulär. In der Kollision eines kosmischen Teilchens mit einem Atomkern der Luft entstehen hunder-

te von neuen Teilchen die ihrerseits wieder mit Kernen der Atmosphäre Milliarden von neuen Teilchen erzeugen.

Die Pierre-Auger-Forscher haben sich das Ziel gesetzt, erstmals hochenergetische kosmische Teilchen mit großer Genauigkeit und Statistik zu messen. Aufwändige Simulationen sind nötig, um aus den beobachteten Eigenschaften der Luftschauer auf die Energie und Art der Primärteilchen zu schließen. Seit der zweiten Jahreshälfte 2003 werden im Süd-Observatorium regelmäßig Daten genommen. Ende 2006 sollen alle Teleskope in Betrieb und alle Detektoren messbereit sein. Unterdessen planen die Forscher das Nord-Observatorium, um ab dem Jahr 2009 den gesamten Himmel beobachten zu können.

## KONTAKT

### Forschungszentrum Karlsruhe GmbH

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

Telefon: 07247 82-5530  
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  
Viktoria Fitterer

### 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:

#### Publikationen:

- Energieträger Wasserstoff

#### Technologietransfer-Angebote:

- Halogenfreie Flammschutzmittel für Kunststoffe  
 3-D-mikrostrukturiertes Gerüst für die Zellkultur  
 Coole Testlabore für hohe Ströme und hohe Spannungen  
 Mit THERESA weniger Ruß und Kohlenmonoxid  
 Wasserstoffreiches Gas aus nasser Biomasse  
 Intelligente Sensoren analysieren Bodengase  
 Mikrowelle revolutioniert die Herstellung von Verbundwerkstoffen  
 Speicherung von Wasserstoff wird deutlich günstiger

#### Veranstaltungen:

- Zwei unter einem Dach: Karlsruher Arbeitsgespräche Produktionsforschung und NanoMat 7. Szene

#### Sonstige Wünsche

#### Absender:

Name

Firma

Straße

PLZ/Ort

Telefon

E-Mail