



Forschungszentrum Karlsruhe  
in der Helmholtz-Gemeinschaft

## INHALT

Faszination Neutrinos: Leichtgewichte auf der Waagschale KATRIN	1
Editorial	2
Firmenkooperationen mit dem Forschungszentrum Karlsruhe: Wasserstoff als Energieträger – Firma unterstützt bei Simulation und Experiment	2
+++newsticker+++	2
Publikationen: Neues aus der Zwergenwelt	3
Technologietransfer-Angebote: -Dünne Schichten in höherer Qualität deponieren	3
-Optische Wellenleiter finden Anwendung in Telekommuni- kation und Sensorik	3
-Kleine Technik ganz groß – der Mikroskanner	4
-Ein Labor auf dem Chip	4
-Reaktor für chemische Abfälle	4
-Supraleitender Undulator hat mehr Magnetkraft	5
-Reinheit mit flüssigem Kohlendioxid	5
-Weniger Schmiermittel dank Nanokompositsschichten	5
Veranstaltungen: -Neues aus der Mikrosystem- technik	6
-ConSoil: Wasser und Böden sind Konferenzthema	6
-Mit Industriepartnern auf der POWTECH	6
-Deutscher Business Angel Tag 2005	6
-Messe für Wärmetauscher- und Wärmeträgertechnik	7
-Wasserstofftag im Forschungs- zentrum Karlsruhe	7
-Beschichtete Werkzeuge sind Thema auf der Interpart	7
-Stuttgarter Lasertage'05	7
Hightech für die Welt von morgen: Das schnellste Datennetz hat einen Knotenpunkt in Karlsruhe	8
Faxantwort	8
Impressum	8

### ■ Struktur der Materie

## Faszination Neutrinos: Leichtgewichte auf der Waagschale KATRIN

Neutrinos sind Elementarteilchen, deren fundamentale Eigenschaften noch immer nicht restlos geklärt sind. Das besondere Interesse gilt heute der Bestimmung der absoluten Neutrinomasse, die in der Astrophysik und der Kosmologie eine Schlüsselrolle spielt. Das Ziel des Karlsruhe Tritium Neutrino Experiments, kurz KATRIN, ist die Bestimmung der Neutrinomasse. Die Messungen mit KATRIN – Spatenstich für den Bau der Anlage war am 5. September – werden wesentlich dazu beitragen, die Rolle der Neutrinos im Universum aufzuklären und zudem Informationen für das Verständnis der Massen von Elementarteilchen zu liefern.



Das Vorspektrometer bietet schon jetzt Raum für erste Tests der eindrucksvollen Apparatur. Die gesamte Anlage wird 70 Meter lang sein, mit einem zehn Meter hohen und 24 Meter langen Ultrahochvakuumtank. Ab dem Jahr 2008 wird das Experiment den Betrieb aufnehmen

Das Forschungszentrum Karlsruhe bietet ideale Voraussetzungen für dieses Großexperiment. Es beherbergt das europaweit einzige Tritiumlabor, hat langjährige Erfahrung mit Hochvakuum- und Kältetechnik sowie das Know-how beim Bau und Betrieb großer wissenschaftlicher Apparaturen – eine solide Basis für dieses internationale Projekt. Zusammen mit den starken Partnern aus Deutschland, Großbritannien, Russland, der Tschechischen Republik und den Vereinigten Staaten sind alle Experten auf dem Gebiet der Tritiumzerfallsexperimente vereint.

Die Neutrinomasse spielt eine zentrale Rolle in der Beantwortung fundamentaler Fragen der Astroteilchenphysik und Kosmologie: Beispielsweise beeinflussen Neutrinos je nach Masse die Entwicklung von großräu-

migen Strukturen des Universums, also die räumliche Anordnung der Galaxien.

Neutrinos haben nur eine winzige Wechselwirkungswahrscheinlichkeit mit Materie und können somit diese nahezu ungehindert durchqueren. Experimente mit Neutrinos sind daher außergewöhnlich schwierig und es bedarf aufwändiger und großer Apparaturen, um ihre geheimnisvollen Eigenschaften zu entschlüsseln.

Mittels Präzisionsmessungen des Tritiumzerfalls wird die direkte Bestimmung der Neutrinomasse möglich. Tritium – das überschwere Isotop des Wasserstoffs – ist instabil und zerfällt mit einer Halbwertszeit von 12,3 Jahren in Helium. Bei jedem Zerfall entstehen neben frei werdender Energie jeweils ein Elektron und ein Neutrino. Die Energie teilt sich bis auf Rück-

stoßeffekte auf das Elektron und das Neutrino auf. Die maximale auf das Elektron übertragene Energie hängt von der Größe der Ruhemasse des Neutrinos ab. Durch eine präzise Spektroskopie der Elektronenenergien am Endpunkt des Spektrums kann auf die Ruhemasse des Neutrinos geschlossen werden.

Dabei stellen sich die Wissenschaftler im Wesentlichen folgende Fragen: Sind Neutrinos schwer genug, um sichtbare Auswirkungen in der Anordnung von Galaxien zu beobachten? Welchen Anteil haben Neutrinos an der Dunklen Materie und Energie, die über 90 Prozent des Energiebudgets des Universums ausmacht? Und warum sind Neutrinos so extrem viel leichter als alle anderen Bausteine der Materie? Antworten folgen in den nächsten Jahren.

■ Firmenkooperationen mit dem Forschungszentrum Karlsruhe

## EDITORIAL

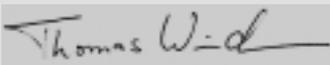
„Liebe Radioaktive Damen und Herren“,

mit diesen Worten richtete sich der Physiker Wolfgang Pauli im Jahr 1930 in einem offenen Brief an die Teilnehmer einer Tagung von Atom- und Kernphysikern in Tübingen. Er forderte sie auf, die Frage nach einem möglichen experimentellen Nachweis für ein neues unbekanntes Teilchen unseres Universums zu beantworten. Was hatte Pauli entdeckt?

Er hatte erkannt, dass Energie- und Impulserhaltungssatz beim radioaktiven Betazerfall nur dann erfüllt sind, wenn bei der Umwandlung eines Neutrons in ein Proton und ein Elektron zusätzlich ein drittes, bis dahin unbekanntes Teilchen entsteht. Pauli nannte sein hypothetisches Teilchen zuerst Neutron. Der italienische Physiker Enrico Fermi korrigierte dann den Begriff in „kleines Neutron“ oder Neutrino. Der experimentelle Nachweis des Neutrinos gelang erst 26 Jahre nach Paulis Postulat durch Clyde L. Cowan und Frederick Reines anhand des inversen Beta-Zerfalls an einem Kernreaktor.

Erst 52 Jahre später – im Jahr 2008 – werden die Messungen zur Massebestimmung des Neutrinos im Forschungszentrum Karlsruhe beginnen. Bereits heute befindet sich das Experiment im Aufbau und bietet technologische Höchstleistungen, etwa in der Vakuumtechnik. Auf diese Weise können große wissenschaftliche Herausforderungen die Wirtschaft mit neuen Entwicklungen inspirieren.

Viel Spaß beim Lesen



Dr. Thomas Windmann

# Wasserstoff als Energieträger – Firma unterstützt bei Simulation und Experiment

Die Nutzung von Wasserstoff als Energieträger im Verkehrswesen wird Teil einer künftigen Wasserstoffwirtschaft sein. In puncto Sicherheitsnormen betritt man damit neues Terrain. Das Institut für Kern- und Energietechnik am Forschungszentrum Karlsruhe führt seit nunmehr zehn Jahren Sicherheitsanalysen für diese und andere nachhaltige kohlendioxidfreie Energietechnologien durch.

In Zusammenarbeit mit der Firma Pro-Science, Gesellschaft für wissenschaftliche und technische Dienstleistungen mbH (Ettlingen) entwickeln die Wissenschaftler eine systematische Analyse zur Wasserstoffsicherheit. Diese beinhaltet die numerische Simulationen von instationären, kompressiblen, turbulenten und teils reagierenden Strömungen mit Wärmeübertragung in komplexen dreidimensionalen Geometrien. Die 3D-Programme werden von Experimenten begleitet, einerseits um die Basis für die Simulationen zu verbessern, andererseits um die Grundlagenforschung über die unterschiedlichen Verbrennungsformen voranzutreiben. Eine weitere Kooperation zwischen dem Forschungszentrum Karlsruhe und dem Unternehmen Pro-Science betrifft den Betrieb des Wasserstoffversuchszentrums im Forschungszentrum Karlsruhe, das im Konsortium mit namhaften Automobilherstellern und Energieversorgern errichtet wurde. Mit einer Fläche von 450 Quadratmetern und weiteren Außenanlagen ist das Wasserstoffsi-



Im Druckbehälter des Wasserstofftechnikums finden Experimente zur Wasserstoffausbreitung und -verbrennung statt

cherheitszentrum die größte und vielseitigste Einrichtung ihrer Art in Europa. In ihm können Wasserstoffverteilungs- und Verbrennungsprozesse auf unterschiedlichen Skalen durchgeführt werden.

Das Wasserstofftechnikum besteht aus einer Halle, in der eine Prüfzelle untergebracht ist sowie einem Freigeblände auf dem sich zwei große Druckbehälter befinden. In der Prüfzelle können ganze Fahrzeuge oder große Brennstoffzellen untergebracht werden und unter kontrollierten Lüftungsbedingungen Wasserstofffreisetzungsszenarien experimentell untersucht werden. Die Druckbehälter, die einem statischen Druck von bis zu 100 bar standhalten, erlauben die Durchführung von Detonationsexperimenten.

Durch die langjährige Zusammenarbeit zwischen Pro-Science und dem Forschungszentrum ist im Bereich Wasserstoffsicherheitstechnologie umfangreiches Know-How entstanden, das nun durch Technologietransfer auf den Markt gebracht werden kann.



Pro-Science – der Name ist Programm und Philosophie des Unternehmens. Es besteht aus einem Team hochmotivierter Ingenieure, Wissenschaftler und Techniker. Das Unternehmen findet Antworten auf Fragestellungen sowohl aus dem experimentellen wie theoretischen Bereich. Arbeitsschwerpunkte beinhalten unter anderem Untersuchungen zum Verhalten von Verbrennungsvorgängen, Explosionen und Strömungen.

### Pro-Science

Gesellschaft für wissenschaftliche und technische Dienstleistungen mbH

Parkstr. 9  
76275 Ettlingen  
Tel.: 0 72 43/53 70 76  
E-Mail: info@pro-science.de  
www.pro-science.de

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

+++ Supraleiter Magnesiumdiborid aus dem Forschungszentrum Karlsruhe erreicht die Erdumlaufbahn: Am 10. Juli dieses Jahres, um 12.30 Uhr startete eine japanische M-V-6 Rakete mit dem Forschungssatelliten ASTRO E2 der NASA/ISAS erfolgreich vom Uchinoura Space Centre (Japan) in eine Erdumlaufbahn. Mit an Bord hatte sie das XRS Hauptspektrometer für Röntgenstrahlen, eine Entwicklung des Massachusetts Institute of Technology mit der NASA. Um eine Kühlstufe und Magnetventile mit Strom zu versorgen und eine

Sensortemperatur von 40 bis 60 Millikelvin zu gewährleisten, wurden supraleitende Drähte des Instituts für Technische Physik als verlustarme Stromzuführung eingebaut. Das ist der erste technische Einsatz des im Jahr 2001 entdeckten Supraleiters Magnesiumdiborid. +++

+++ Das im Jahr 2001 aus dem Forschungszentrum Karlsruhe ausgegründete Unternehmen G2M Cancer Drugs AG gehört seit März 2005 dem dänischen Biopharmaunternehmen TopoTarget A/S (Kopenhagen). Topo-

Target hat jetzt den Sprung auf das Parkett der Copenhagen Stock Exchange (KFX) geschafft. Der Börsengang ist der erste eines Biotechnologieunternehmens an der dänischen Börse seit 2001 und das dritte erfolgreiche Börsengang aus dem Life Sciences Portfolio der Venture Capital Gesellschaft mbH (München). TopoTarget ist fokussiert auf die Forschung und Entwicklung von Small Molecules Wirkstoffen gegen Krebs. +++

+++ Bei Patentanmeldungen in der Nanotechnologie spielt das For-

schungszentrum Karlsruhe in der ersten Liga. Von den 54 in den Jahren 2001 bis 2004 veröffentlichten Patentanmeldungen, die beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht wurden, stammt insgesamt ein Drittel von nur drei Anmeldern:

Infineon Technologies AG (München), Forschungszentrum Karlsruhe und Institut für Polymerforschung Dresden.

In der internationalen Patentklassifikation ist diese Interdisziplinäre und branchenübergreifende Technologie seit dem Jahr 2000 vertreten. +++

■ Technologietransfer-Angebote

## Dünne Schichten in höherer Qualität deponieren

Das Institut für Festkörperphysik hat eine Anlage zur Herstellung dünner Schichten, die eine oder mehrere extrem flüchtige Komponenten enthalten, entwickelt. Demnach werden die Schichten so hergestellt, dass die flüchtigen Komponenten in einem speziell konstruierten Ofen durch Elektrowärme so verdampft werden, dass am Ort des Schichtträgers die höchstmögliche Dampfdichte entsteht.

Die Einrichtung zur Herstellung solcher dünnen Schichten besteht aus drei Baugruppen: erstens, der Dampfquelle zur Erzeugung des Metaldampfes der leicht flüchtigen Komponente, zweitens einem Beschichtungsteil, in dem das Substrat befestigt ist und drittens die Zerstäubungs-(Sputter-)einrichtung. Mit ihr wird die Beschichtungskomponente zerstäubt und

ein atomarer Teilchenstrom erzeugt. Ziel der Wissenschaftler war die Herstellung dünner Schichten des neuen Supraleiters Magnesiumdiborid. Um Schichten in insgesamt höherer Qualität zu erhalten, muss bei höheren Temperaturen gearbeitet werden.

Die Beschichtungsanlage besteht in der neuen Bauweise aus zwei Dampfquellen: Zum einen für die Komponente mit dem höchsten Dampfdruck ein fast dicht abgeschlossener Verdampferofen, zum anderen für die Komponente mit dem niedrigeren Dampfdruck eine Zerstäubungsquelle zur Erzeugung des atomaren Teilchenstroms. Zwischen den beiden Komponenten befindet sich der drehbare zylinderförmige Substrathalter, der durch Strahlungswärme geheizt wird. Durch diesen Aufbau sind beide Quellen nahezu hermetisch voneinander

getrennt, so dass sie ohne wechselseitige Störung gleichzeitig betrieben werden können.

Durch die Geschlossenheit des Innenraums des Verdampfers kann ein sehr hoher Druck erzeugt und aufrechterhalten werden, wobei der Materialdampf durch mindestens einen definierten Kanal zum Substrat hin entweichen kann. Mit diesen Maßnahmen gelang es, die Verdampfungstemperatur von 530 auf 650 Grad Celsius und die Substrattemperatur von 440 auf 500 Grad Celsius zu erhöhen – die Herstellung dünner Schichten in höherer Qualität ist möglich.

Das Forschungszentrum Karlsruhe sucht Firmen als Lizenznehmer für das patentrechtlich geschützte Verfahren.

Informationen per Faxantwort auf Seite 8



Ofen zur Erzeugung des Metaldampfes der leicht flüchtigen Komponente (unten) mit rotierbarem Substrathalter (oben), der von einer Strahlungsheizung umgeben ist. Die Einheit ist auf einem Standardflansch DN 160 CF montiert

■ Technologietransfer-Angebote

## Optische Wellenleiter finden Anwendung in Telekommunikation und Sensorik

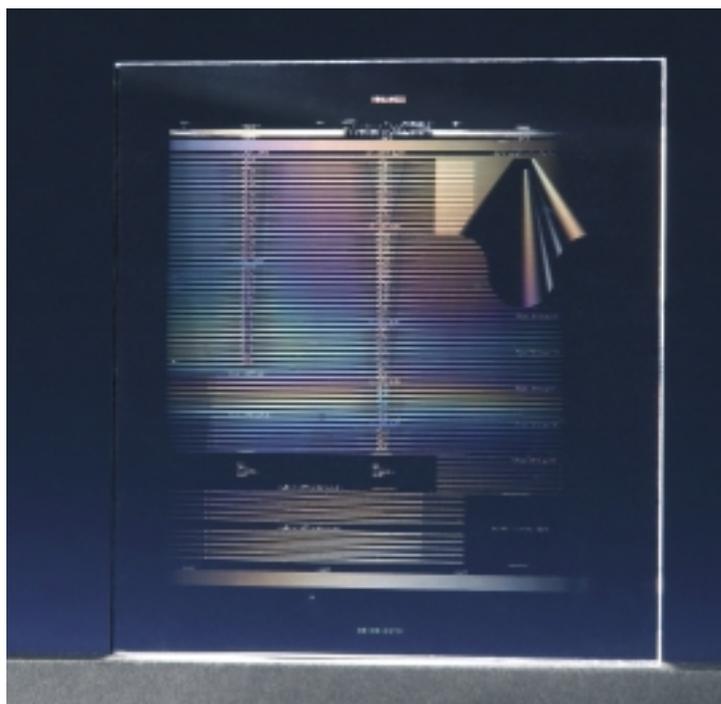
In den vergangenen Jahren erlebte die optische Kommunikationstechnik ein beeindruckendes Wachstum. Auch in den nächsten Jahren wird dieser Entwicklungstrend weiterhin, durch An-

wendungen wie Fiber-to-the-Home, verbunden mit schnellen Internetzugängen, für einen steigenden Bedarf von sehr großen Netzkapazitäten sorgen. Gleichzeitig hat sich in den letz-

ten Jahren eine stetige Nachfrage nach optischen (Bio-)Sensoren entwickelt. Um einen Massenmarkt bedienen zu können, bedarf es geeigneter Herstellungsverfahren wie Lithographie oder Heißprägen. Polymerwellenleiter sind optimal für diese Aufgabe geeignet, da sie leicht herstellbar und kostengünstig sind. Das Institut für Mikrostrukturtechnik hat ein Verfahren entwickelt, einmodige Polymerwellenleiter mittels tiefer UV Strahlung direkt in eine Polymerschicht, etwa PMMA zu übertragen. Die Technologie hat mehrere Vorteile gegenüber herkömmlichen Techniken: Beispielsweise wird nur eine Polymerschicht benötigt, die gleichzeitig als Substrat und als Wellenleiterschicht verwendet wird. Die Wellenleiter können sowohl für die optische Nachrichtentechnik (1300 Nanometer und 1550 Nanometer) als auch im sichtbaren Wellenlängenbereich eingesetzt werden.

Für das Verfahren sucht das Forschungszentrum Karlsruhe Industriepartner, die mit konventionellen Herstellungsverfahren einen Massenmarkt bedienen möchten.

Informationen per Faxantwort auf Seite 8



Optische Bauelemente in Polymer in einer Polymerplatte

■ Publikationen

## Neues aus der Zwergenwelt

Die aktuelle Ausgabe der „Nachrichten“ des Forschungszentrums Karlsruhe berichtet in 17 populärwissenschaftlichen Artikeln über die neuesten wissenschaftlichen Ergebnisse des Forschungszentrums in der Nanotechnologie. Die Forschungsarbeiten konzentrieren sich auf die Themen „Elektronentransport in nanoskaligen Systemen“ und „Nanostrukturierte Materialien“.

Interessierte bestellen das Heft per Faxantwort auf Seite 8 oder nutzen die Downloadmöglichkeit unter [www.fzk.de/nachrichten](http://www.fzk.de/nachrichten)



Technologietransfer-Angebote

# Kleine Technik ganz groß – der Mikros scanner

Mit dem am Institut für Mikrostrukturtechnik entwickelten Mikros scanner eröffnet sich ein breites Einsatzspektrum in den Bereichen Elektronikinte-

gration, Dünnschichtprozess-technik und Serienfertigung. Ausgangspunkt des Projekts ist ein Mikros scanner mit MFGL-Antrieb – MFGL steht für fer-

romagnetische Formgedächtnislegierung – mit großer Reichweite, Abmessungen im Millimeterbereich, großem optischen Ablenkwinkel und einstellbarer Arbeitsfrequenz.

Der MFGL-Antrieb basiert auf einem neuartigen Funktionsprinzip, bei dem zwei antagonistische Kräfte gleichzeitig genutzt werden. Abhängig von der elektrisch hervorgerufenen Erwärmung des MFGL-Antriebs wirkt entweder eine ferromagnetische Kraft oder eine Formgedächtniskraft in jeweils entgegengesetzte Richtungen, wodurch große Ablenkwinkel erzeugt werden.

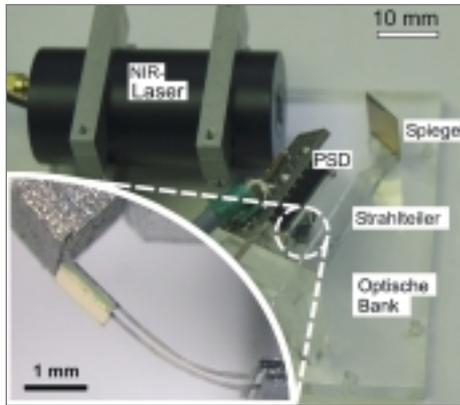
Der Formgedächtnis-Mikros scanner eignet sich aufgrund seiner robusten und sehr kompakten Bauweise für

portable oder mobile Anwendungen. Die geringe Masse der beweglichen Komponenten erlaubt dabei eine hohe Unempfindlichkeit gegenüber Erschütterungen. Die Einsatzmöglichkeiten reichen von einfachen, hochminiaturisierten eindimensionalen Barcode-Scannern bis hin zu neuartigen Scannersystemen für komplexe dreidimensionale Sensorfunktionen, wie Umweltüberwachung, Analyseaufgaben der Medizintechnik oder Fahrerassistenzsysteme im Automotivebereich.

Das Forschungszentrum Karlsruhe sucht Industriepartner, die an der Anwendung eines neuen Mikros scanners interessiert sind.

Informationen per Faxantwort auf Seite 8

Zur orts aufgelösten Strahl- ablenkung in einer Dimension wurde ein Demonstrator- system entwickelt. Dieses System verfügt über einen integrierten Winkelsensor, der das Abtasten unbekannter Umgebungen ermöglicht



Technologietransfer-Angebote

# Ein Labor auf dem Chip

Basierend auf Entwicklungen zu sogenannten „Lab-on-a-chip-Systemen“ baute das Institut für Instrumentelle Analytik ein Analysechip-System auf, das eine erhebliche Miniaturisierung und Kostenreduzierung gegenüber herkömmlichen Messsystemen erlaubt. Ermöglicht wurde dieser Fortschritt durch die Kombination von Erfahrungen in der Mikrofertigung von Polymerchips und dem Verfahren der kontaktlosen Leitfähigkeitsmessung zur Detektion. Das System ist prinzipiell so aufgebaut, dass ein Einwegchip, der in ein kleines und mobiles Auslesesystem eingelegt wird, als Probenträger verwendet wird. Dies ist die technische Basis für eine dezentral einsetzbare Analysenplattform zum Nachweis von insbesondere kleinen Ionen. Erste, bereits in Vorversuchen bestätigte Anwendungsbereiche liegen in der Lebensmittelanalytik und in der medizinischen Diagnostik. Ein

Beispiel: Nach einer Lithium-Therapie, die in der Medizin gegen Depressionen eingesetzt wird, gelang es, den Gehalt des Leichtmetalls im Blut des Patienten zu bestimmen. Weitere Erfahrungen gibt es unter anderem bei Nachweis verschiedener Inhaltsstoffe im Wein und in Fruchtsäften.

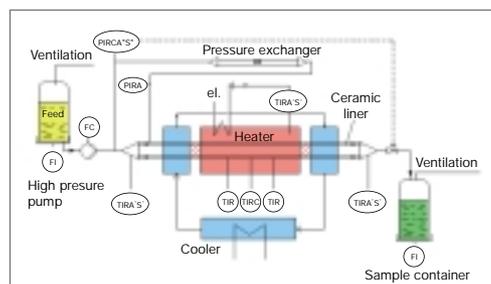
Um das nächste Ziel zu erreichen, eine autarke laptopgesteuerte Messstation für Anwendungen im niedrigen Preissektor anzubieten, sucht das Forschungszentrum Karlsruhe Partner für den Bau der Komponenten und deren weitere Entwicklung. Letztere brauchen ein gezieltes Interesse an einem einfach zu handhabenden, tragbaren Analyseverfahrens. Interessenten müssen nicht zwingend über chemisch-analytische Kompetenzen verfügen, sollten jedoch das angestrebte Anwendungsfeld in der Praxis abbilden können.

Informationen per Faxantwort auf Seite 8



Das Messsystem für die miniaturisierte Kapillarelektrophorese besteht aus einer aufklappbaren Box, die einen auswechselbaren Analysechip, die Messelektronik für die kontaktlose Leitfähigkeitsdetektion und die Elektronik für die Zuführung der Hochspannung zur elektrophoretischen Trennung enthält

# Reaktor für chemische Abfälle



Die Zeichnung zeigt den schematischen Aufbau der Hochdruckanlage mit neuartigem Reaktor und das dazugehörige Druckausgleichssystem

Das Institut für Technische Chemie entwickelte einen speziellen Reaktor für die Oxidation toxischer Abfälle im überkritischen Wasser, das heißt bei einem Druck höher als 220 bar und einer Temperatur höher als 374 Grad Celsius.

Da die Zugfestigkeit und die Dehnbarkeit der meisten keramischen Werkstoffe gering sind, können Druckbehälter aus diesen Werkstoffen nicht gebaut werden. Zur Lösung dieses Problems war eine Entkopplung der Innenoberfläche und des drucktragenden Behälters erforderlich. Gelungen ist dies mit dem Bau von Rohrreaktoren aus einer porenfreien Keramik, die in ein druckbeständiges Rohr aus handelsüblichen Metalllegierungen integriert sind.

Die Dimensionen beider Teile werden so aufeinander abgestimmt, dass zwischen beiden Bauteilen ein Zwischenraum entsteht. In diesem lässt sich mit Hilfe einer Einrichtung derselbe Druck einstellen, der im Reaktions-

raum herrscht. Somit ist das Innenrohr aus Keramik keiner Druckbelastung ausgesetzt. Ein einfacher Drucküberträger, ausgerüstet mit einer Diffusionsperme und befüllt mit Wasser, kann diese Funktion übernehmen. Mehrere tausend Stunden Betrieb haben die Zuverlässigkeit dieses Systems unter Beweis gestellt. Bis jetzt wurden solche Reaktoren bis zu einem Innendurchmesser des Keramikrohrs von 16 Millimetern bei Drücken bis zu 450 bar und Temperaturen bis zu 500 Grad Celsius erfolgreich eingesetzt. Der Außendurchmesser des drucktragenden metallischen Rohrs betrug 25,4 Millimeter. Im Mittelpunkt der Tests standen Korrosionsuntersuchungen und Vergasungsreaktionen zur Energiegewinnung aus organischen Substanzen.

Das Forschungszentrum Karlsruhe sucht Lizenznehmer aus dem Anlagenbau, die ihren Kunden Anlagen für den Abbau toxischer Abfälle bieten.

Informationen per Faxantwort auf Seite 8

## Supraleitender Undulator hat mehr Magnetkraft

Elektronen-Speicherringe sind hochintensive Röntgenquellen mit deren



Das in ANKA eingebaute Demonstrationsmodell eines supraleitenden Undulators

Strahlung kleinste Verunreinigungen in Materialien untersucht, komplexe biologische Moleküle analysiert oder Bausteine für die Mikroelektronik und Mikroelektronik hergestellt werden. Das Röntgenlicht wird von hochenergetischen Elektronen erzeugt, die durch starke Magnetfelder gezwungen werden, sich auf einer Kreisbahn zu bewegen.

Um die Intensität der Röntgenstrahlung für besondere Untersuchungen noch weiter zu steigern, wird die kontinuierliche Drehung des Elektronenstrahls kurz unterbrochen und die zu untersuchende Probe durch Schwingungen des Strahls mit kleiner Winkelablenkung beleuchtet. Dies geschieht durch spezielle Magnete, die zwischen den Ablenkmagneten eingebaut sind. Ein solcher Magnet wird

Undulator genannt. Ein Undulator ist umso wirksamer, je kürzer die Schwingungsperiode für den Elektronenstrahl und je höher das Feld ist. Undulatoren wurden hauptsächlich aus Permanentmagneten gebaut, die so angeordnet sind, dass sich die Feldrichtung entlang der Elektronenbahn ändert.

Die Materialeigenschaften der Permanentmagnete begrenzen die Feldstärke. Das Forschungszentrum Karlsruhe entwickelte erstmals einen Undulator, der ohne Permanentmagnete arbeitet: Das magnetische Feld wird durch supraleitende Drähte erzeugt. Wissenschaftler haben diesen Undulator im Elektronen-Speicherring Angström-Quelle Karlsruhe, kurz ANKA, getestet. Der Supraleiter-Undulator ist den herkömmlichen Per-

manent-Magnet-Undulatoren weit überlegen. Um das größtmögliche Magnetfeld zu erzeugen, wird die Magnetstrecke, die der Elektronenstrahl durchläuft, auf vier Grad Kelvin gekühlt.

Weltweit herrscht großes Interesse, diese supraleitende Undulatoren auch in anderen Speicherringen (es gibt etwa 40 solcher Quellen) einzubauen. Der Markt wird derzeit auf etwa 100 dieser Geräte geschätzt.

Das Forschungszentrum Karlsruhe sucht jetzt als Vermittler und Know-how-Geber einen Industriepartner, der Interesse und Erfahrung an der industriellen Nutzung von supraleitenden Geräten hat und bereit ist, gemeinsam mit dem Forschungszentrum Karlsruhe neue Wege zu gehen. Informationen per Faxantwort auf Seite 8

## Reinheit mit flüssigem Kohlendioxid

In der industriellen Fertigung lassen sich Reinigungsprobleme künftig mit einer Waschlösung aus Wasser und Kohlendioxid lösen. Gerade der Stoff, der das Mineralwasser so erfrischend macht, bietet eine Alternative als Reinigungsmittel. Kohlendioxid, unter Druck verflüssigt, erhält ein hohes Lösungsvermögen für organische Verunreinigungen wie Öle und Fette. Dies wird seit langem vor allem in der Lebensmittelindustrie genutzt, etwa bei der Entkoffeinierung von Kaffee und Tee oder bei der Herstellung von Hopfenextrakten für das Brauen von Bier. Bemühungen, diese Eigenschaft auch zur Reinigung von Textilien und industriellen Werkstücken, etwa aus der Metallbearbeitung einzusetzen, scheiterten bis jetzt an der zusätzlichen Aufgabe, auch Partikel und schwerlösliche Verunreinigungen sicher vom Reinigungsgut abzutrennen, in der Waschlösung zu stabilisieren und auszutragen. Diese Aufgabe kann jetzt mit einem Verfahren des Instituts für Technische Chemie gelöst werden. In die Waschlösung werden mit Überdruck Wasser und weiteres Kohlendioxid eingedüst: Durch die Entspannungskälte des Kohlendioxids entste-



Blick ins Innere: Deutlich zu erkennen sind die Clathrat-Partikel in flüssigem Kohlendioxid bei 55 bar Druck und Raumtemperatur

hen Kristalle, so genannte Clathrate, wie sie auch mit Methan auf Meeresböden gefunden wurden. Sie bestehen bis zu 85 Prozent aus Wasser und haben daher Eigenschaften, die denen reiner Wasserkristalle ähneln. Wichtig ist, dass sie bereits deutlich oberhalb des Gefrierpunkts von reinem Wasser entstehen und vergleichsweise stabil sind. Die gewünschte Wirkung – von der Ablösung leicht anhaftender Späne bis zur Entfernung fest haftender Polierpasten – stellt sich ein. Danach lösen sich die Clathrate wieder in Wasser und Kohlendioxid auf. Keine zusätzlichen chemischen Stoffe sind notwendig.

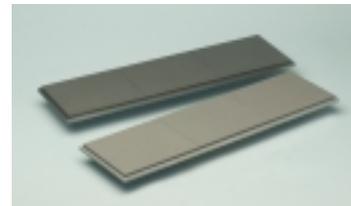
Nach erfolgreichen Laborversuchen bietet das Forschungszentrum Karlsruhe an, das patentierte Verfahren in technisch relevanten Reinigungsprozessen zu erproben und zur Marktreife weiter zu entwickeln.

Informationen per Faxantwort auf Seite 8

## Weniger Schmiermittel dank Nanokompositschichten

In vielen Bereichen der modernen Fertigung ist der Einsatz von Schmiermitteln unbedingt erforderlich. Aufwändig ist dann die Reinigung und Entsorgung. Neuartige, am Institut für Materialforschung entwickelte TiC-C Nanokompositschichten bieten bei ungeschmierter Gleitreibung eine niedrige Reibzahl bis 0,15 gegen Werkzeugstahl (100 Cr 6), aber auch gegen nichtrostende Stähle, reines Aluminium und Titanlegierungen (Ti Al6 V 4) bei möglichen Einsatztemperaturen bis 500 Grad Celsius. Diese Schichten sind aus nanokristallinen Titancarbid-Hartstoffkörnern aufgebaut, die in einer amorphen Kohlenstoffmatrix eingebettet und homogen verteilt sind. Das kommerziell einsatzfähige Verfahren verwendet einzigartige keramische Kompositkathoden und ermöglicht die Herstellung von Nanokompositschichten durch nichtreaktives Magnetronspattern in PVD-Produktionsanlagen.

Die TiC-C Nanokompositschichten sind bis zur Produktionsreife entwickelt. Sie sind geeignet für den Einsatz im Verschleißschutz bei deutlich reduziertem Schmiermitteleinsatz auf bewegten mechanischen Komponen-



Zwei keramische TiC-C Komposittargets, hergestellt in Kooperation mit der Plaunsee AG, Reutte

ten und auf Werkzeugen in der spanlosen Formgebung.

Das Forschungszentrum Karlsruhe bietet in bilateralen Kooperationen die Unterstützung der kompletten Produktentwicklung im Bereich magnetron-gesputterter Hartstoffschichten aus einer Hand – von der Idee über den Laborprozess und die Analytik bis hin zur Aufskalierung auf Produktionsanlagen. Industriepartner, die nach umfangreichem Know-how und Kompetenz bei der Einführung neuartiger Schichtsysteme und bei der Integration von Beschichtungsprozessen in Produktionsabläufe suchen, sind beim Forschungszentrum Karlsruhe ebenfalls willkommen.

Informationen per Faxantwort auf Seite 8

## ■ Veranstaltungen



## Neues aus der Mikrosystemtechnik

10.–12.10.2005, Freiburg

Viele Produkte, etwa aus den Bereichen Informationstechnik- und Kommunikationstechnik, moderne Automobilindustrie, Medizintechnik und Optik, sind ohne Mikrosystemtechnik nicht mehr vorstellbar. Mit zunehmender Geschwindigkeit wirkt sich die Mikrosystemtechnik aber auch auf

weitere Branchen aus und es entstehen neue Fertigungs- und Produktionsverfahren, die bis in den Nanometerbereich reichen.

Vom 10. bis 12. Oktober findet in Freiburg der Mikrosystemtechnik-Kongress 2005 mit Beteiligung des Forschungszentrums Karlsruhe statt. Der Kongress, eine gemeinsame Veranstaltung des Bundesministeriums

für Bildung und Forschung (BMBF), und des VDE, Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V., findet in diesem Jahr zum ersten Mal statt.

Die gemeinsamen Wurzeln der Veranstaltung sind die MICROtec des VDE und die jährlichen Ergebnispräsentationen aus der Mikrosystemtechnikförderung des BMBF. Das For-

schungszentrum Karlsruhe wird in Vorträgen, etwa im Statusseminar Pulverspritzguss, und der begleitenden Fachausstellung seine Entwicklungen in der Mikrosystemtechnik, und erfolgreiche Industriekooperationen vorstellen.

Weitere Informationen und Anmeldung unter [www.mikrosystemtechnik-kongress.de](http://www.mikrosystemtechnik-kongress.de)

## ■ Veranstaltungen

## ConSoil: Wasser und Böden sind Konferenzthema

3.–7.10.2005, Bordeaux



ConSoil, die vom Forschungszentrum Karlsruhe und der niederländischen TNO gemeinsam veranstaltete Konferenz über die Wechselwirkungen zwischen Wasser, Böden und Verunreinigungen, findet vom 3. bis 7. Oktober in Bordeaux (Frankreich) statt. Der nationale Partner ist das französische Amt für Geologie und Bergbau. Zur 9. Auflage dieses größten europäischen Treffens von Wissenschaftlern, Dienstleistern, Industrie, Gesetzgebern und Behördenvertretern werden rund 1 000 Teilnehmer erwartet. Wichtige Themen sind die Gestaltung einer gemeinsamen europäischen Bodenpolitik und die Berichte aus euro-

päischen Netzwerken und Forschungsprojekten.

Vorträge und Diskussionen, eine begleitende Industrieausstellung, Vorfürhungen der US-Umweltbehörde EPA, Präsentationen von Ländern und Regionen sowie Exkursionen zu zehn französischen und spanischen Standorten sorgen für ein anregendes und abwechslungsreiches Programm. Auf der begleitenden Industrieausstellung wird das Forschungszentrum Karlsruhe den autonomen Kanalroboter MAKRO plus ausstellen.

Weitere Informationen und Programm unter [www.consoil.de](http://www.consoil.de) oder per Faxantwort auf Seite 8

## Mit Industriepartnern auf der POWTECH



11.–13.10.2005, Nürnberg

Unter dem Motto „Partikeln auf der Spur!“ präsentiert sich das Forschungszentrum Karlsruhe vom 11. bis 13. Oktober auf der Internationalen Fachmesse für Mechanische Verfahrenstechnik und Analytik, kurz POWTECH, in Nürnberg. In Halle 8, Stand 214 werden gemeinsam mit vier Industriepartnern innovative Produkte vorgestellt. Das Institut für Chemische Technik präsentiert ein Partikelmassenspektrometer, zur Analyse von Nanopartikeln in Flammen und in Plasma. Die Rauschert Verfahrenstechnik GmbH & Co KG (Steinwiesen) zeigt den Aerosolabscheider CAROLA für Verbrennungsanlagen.

Das Unternehmen HANDTE Umwelttechnik GmbH (Tuttlingen) präsentiert die coronainduzierte Abscheidung von Öl- und Emulsionsnebel. Vitrocell Systems (Gutach) stellt ihr Expositionssystem für Lungenzellen CULTEX vor, mit dem erstmals biologische Proben Feinststäuben ausgesetzt werden können. Mit innovativer Abreinigungstechnik und neuartigen Schwebstoff-Filterzellen wartet der langjährige Industriepartner Filter- und Anlagentechnik FAT GmbH (Berlin) auf.

Weitere Informationen und Programm unter [www.powtech.de](http://www.powtech.de) oder per Faxantwort auf Seite 8

## ■ Veranstaltungen

## Deutscher Business Angels Tag 2005

14.11.2005, Baden-Baden



Das Business Angels Netzwerk Deutschland (BAND) veranstaltet am 14. November den fünften „Deutschen Business Angels Tag“. Der Kongress, zu dem bis zu 500 Teilnehmer erwartet werden, findet im Kongresshaus Baden-Baden statt.

Junge, innovative Start-ups mit überzeugendem Unternehmenskonzept und hohem Wachstumspotenzial erhalten die Chance, ihre Geschäftsidee

kostenlos im Kreise der auf dem Kongress anwesenden Business Angels vorzustellen. Gründer können zudem in der „Investment Area“ für ihr Unternehmen einen Stand anmieten und dort das Gespräch mit den Investoren suchen.

Die Teilnehmer erhalten Einblicke in die Business Angels Szene in Deutschland, Europa und USA. Business Angels Netzwerke präsentieren

ihr Leistungsspektrum auf dem „Markt des informellen Beteiligungskapitals“.

Doch in Baden-Baden ist der „Deutsche Business Angels Tag“ mehr: Unter dem Motto „Ideen suchen Märkte“ stellt dort das Forschungszentrum Karlsruhe aus seinem Technologieportfolio Verfahren und Produkte aus der Mikroverfahrenstechnik, der Beschichtungstechnologie und Nanoche-

mie vor. Gründer und Business Angels sind eingeladen, Ideen aus der Forschung einmal aus der Nähe zu „beschnuppern“.

Der Kongress steht unter der Schirmherrschaft des Bundeswirtschaftsministers, Mitveranstalter ist das Wirtschaftsministerium Baden-Württemberg.

Anmeldungen und weitere Informationen unter [www.business-angels.de](http://www.business-angels.de)

---

 ■ Veranstaltungen
 

---



## Messe für Wärmetauscher- und Wärmeträgertechnik 04.–06.10.2005, Karlsruhe

Die erstmalig stattfindende Fachmesse „WTT-Expo – Fachmesse für industrielle Wärmetauscher- und Wärmeträgertechnik“ bietet eine ideale Plattform für Unternehmen sowie universi-

täre und institutionelle Forschungseinrichtungen aus den Bereichen Wärmetauscher- und Wärmeträgertechnik. Vom 4. bis 6. Oktober können sich Fachbesucher speziell zu dieser The-

matik in den Hallen der Messe Karlsruhe informieren. Das Institut für Mikroverfahrenstechnik des Forschungszentrums Karlsruhe wird seine innovativen Entwicklungen und

Produkte aus den Gebieten Mikrostrukturwärmeübertrager und Mikrostrukturverdampfer präsentieren.

*Weitere Informationen und Programm unter [www.wtt-expo.com](http://www.wtt-expo.com)*

---

 ■ Veranstaltungen
 

---

## Wasserstofftag im Forschungszentrum Karlsruhe



14.11.2005, Eggenstein-Leopoldshafen

Beim ersten „Wasserstofftag im Forschungszentrum Karlsruhe“ am 14. November von 10.00 bis 15.30 Uhr dreht sich alles um die Herausforderungen der Wasserstoffwirtschaft. Veranstalter ist die HyTecGroup des Forschungszentrums Karlsruhe. In ihr haben sich mehrere Arbeitsgruppen, die bereits auf unterschiedlichen Gebieten der Wasserstofftechnologie aktiv sind, zusammengeschlossen. Die Gruppe

hat zum Ziel, Einzelaktivitäten in den Bereichen stationäre und mobile Wasserstoffherzeugung, Wasserstoffspeicherung und -sicherheit sowie Technologiebewertung zu bündeln.

Zu der eintägigen Veranstaltung sind Interessierte aus Wirtschaft und Politik eingeladen, die Referenten kommen unter anderem vom Land Baden-Württemberg, dem Deutschen Wasserstoffverband sowie von General Motors/

Adam Opel AG – Entwicklungszentrum für Brennstoffzellen. Vorgestellt werden zudem die Arbeitsschwerpunkte Wasserstoffherzeugung aus Biomasse, Wasserstoffherzeugung für mobile und portable Anwendungen, Speicherung von Wasserstoff in Nanomaterialien und Sicherheitsaspekte einer zukünftigen Wasserstoffwirtschaft.

Im Anschluss an einen Mittagsimbiss steht ein vielseitiges Besichtigungsan-

gebot mit Führungen durch die Labore und Versuchseinrichtungen sowie spektakuläre Experimente auf dem Programm. Gezeigt werden beispielsweise Wasserstoffexplosionen in Europas größtem Wasserstoffversuchszentrum.

*Weitere Informationen und Programm unter [www.fzk.de/hytecgroup](http://www.fzk.de/hytecgroup) oder per Faxantwort auf Seite 8*

---

 ■ Veranstaltungen
 

---

## Beschichtete Werkzeuge sind Thema auf der INTERPART

04.–06.10.2005, Karlsruhe



Die INTERPART – Zulieferermesse für die Fahrzeugindustrie und den Maschinen- und Anlagenbau – ist eine internationale Vertriebsmesse, die Zulieferer von Systemlösungen, Komponenten und Teilen für die Fahrzeugindustrie und den Maschinen- und Anlagenbau zusammenführt. Mit der parallelen SURFACTS 2005 – Oberflächentechnik für metallische Werkstoffe und metallisierte Kunststoffe – werden vom 4. bis 6. Oktober insgesamt mehr als 400 Aussteller in Karlsruhe erwartet. Das Ausstellungsportfolio der dritten INTERPART bietet Teile, Komponenten und Verfahren für die Automobilindustrie ebenso wie für den Maschinenbau. Themen werden Verbindungs- und Sicherungselemente, Füge-, Verbindungs- und Montageprozesse sowie Verfahren für die Veredelung, Montage

und Tests sein. Auch Werkzeuge, Prototypen oder Dienstleistungen für das Zulieferwesen sind vertreten.

Das Forschungszentrum Karlsruhe stellt auf der Messe die am Institut für Materialforschung entwickelten beschichteten Werkzeuge für die Automobilindustrie und beschichtete Werkstücke mit neuen Hartstoffschichten vor. In Halle 2, Stand D 100 werden Exponate zum Thema Nanoskalige Bornitrid-Schichten gezeigt. Das Institut arbeitet unter anderem an der Entwicklung von metallischen, nicht-metallischen und Verbundwerkstoffen sowie an Fragen zu Struktur und Eigenschaften von Grenzflächen, Funktions- und Schutzschichten sowie Mikrostrukturen.

*Weitere Informationen und Programm unter [www.interpart-karlsruhe.de](http://www.interpart-karlsruhe.de)*

## Stuttgarter Lasertage'05

27.–30.09.2005, Stuttgart



Highlights und Innovationen aus der Fertigungstechnik mit Lasern führen vom 28. bis 30. September zum vierten Mal Laserexperten und Anwender in Stuttgart zusammen. Im Rahmen der Stuttgarter Lasertage'05 präsentieren zwei vom Projektträger Forschungszentrum Karlsruhe betreute Verbundprojekte ihre Forschungsergebnisse. Bereits am 27. September demonstriert das Verbundprojekt Schweißsimulationstool ein industriell einsetzbares Werkzeug zur Vorhersage der aus dem Laserstrahlschweißprozess resultierenden Eigenspannungen und Verzüge. Das Werkzeug ist für eine durchgehende Simulation – von der Herstellung des Werkstoffs über alle Zwischenprodukte bis zum fertigen Endprodukt beim Kunden – einsetzbar. Die Projektpartner werden über Funktionsweise

und Anwendung des Werkzeugs, Einsatzmöglichkeiten und Praxiserfahrungen berichten.

Zusätzlich wird das Projekt INESS am 30. September neueste Ergebnisse auf dem Gebiet der Prozesskontrolle beim Laserstrahlschweißen präsentieren. Es wurde ein integriertes Überwachungssystem für das Schweißen mit Nd:YAG- und Diodenlaser entwickelt und durch die Fusionierung mehrerer Messprinzipien unter Zuhilfenahme von bildgebender Sensorik realisiert. Rund 400 Fachleute aus Industrie und Forschung werden zu den Stuttgarter Lasertagen erwartet. Aussteller präsentieren ihre neusten Produktentwicklungen und beispielhafte Anwendungen.

*Weitere Informationen und Programm unter [www.slt.uni-stuttgart.de](http://www.slt.uni-stuttgart.de)*

■ Hightech für die Welt von morgen

## Das schnellste Datennetz hat einen Knotenpunkt in Karlsruhe

WWW gehört in der Wissenschaft schon fast der Vergangenheit an. Die Zukunft heißt WWG. Das Kürzel steht für World Wide Grid, eine Technologie, mit der Wissenschaftler Daten und Rechenleistung fast wie Strom aus der Steckdose beziehen können. Das internationale Grid-Computing hat im April dieses Jahres seinen ersten großen Test erfolgreich bestanden: Acht große Rechenzentren in Europa und den USA haben, als Teil der Vorbereitungen für die Grid-Umgebung des internationalen Beschleunigerprojekts „Large Hadron Collider“ (LHC), über zehn Tage einen kontinuierlichen Datenstrom von 600 Megabyte pro Sekunde ausgetauscht. Diese Datenmenge über eine ISDN-Leitung zu verschicken würde etwa 3 000 Jahre dauern.

Eine der wichtigsten deutschen Schaltstellen für das World Wide Grid ist am Forschungszentrum Karlsruhe. Die Daten wurden für den Test vom Forschungszentrum CERN in Genf an die Rechenzentren verschickt.

Eng mit dem LHC verbunden ist das Grid Computing Projekt EGEE. Die Abkürzung steht für „Enabling

Grids for E-Science“, das eigentliche Schlüsselwort in „EGEE“ ist „Enabling“, auf Deutsch Ermöglichung. Dabei ist EGEE kein reines Forschungsprojekt mehr. Zu den angebotenen Diensten zählen etwa der am Forschungszentrum Karlsruhe angesiedelte Global Grid User Support, Trainingsveranstaltungen für Nutzer aus der Industrie oder der Betrieb von Regional Operations Centres.

Seit März 2005 läuft die erste kommerzielle Anwendung auf EGEE. Das französische Unternehmen Compagnie Générale de Géophysique (CGG), einer der führenden Anbieter von Geophysikprodukten und -services für das weltweite Öl-, Gas- und Umwelttechnikgewerbe, nutzt die EGEE Infrastruktur für eine Software, die seismologische Signale verarbeitet sowie Simulationen durchführt.

Die Entwicklung neuer Wirkstoffe zur Bekämpfung der Malaria ist das Ziel einer weiteren Anwendung, die innerhalb von EGEE betrieben wird. Wissenschaftler simulieren für den Bereich Arzneimittelforschung die Interaktion möglicher, potenzieller Wirkstoffmoleküle mit Zielproteinen. Auf



1 280 CPUs und mehrere hundert Terabyte an Platten- und Bandspeicher tragen im GridKa Cluster des Forschungszentrums Karlsruhe zum globalen Erfolg des World Wide Grid bei

einem einzelnen Computer würde eine solche Studie mit 100 000 möglichen Wirkstoffen mindestens sechs Monate dauern – durch EGEE wurde diese Arbeit in nur zwei Tagen geleistet.

WWW gehört nicht nur in der Wissenschaft schon fast der Vergangenheit an. Das schnellste Datennetz ist inzwischen in der Großindustrie angekommen und Experten erwarten, dass das World Wide Grid in absehbarer Zeit auch den heimischen Rechner mit Daten und Rechenleistung versorgen wird.

## 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:

- Neues aus der Zwergenwelt

### Technologietransfer-Angebote:

- Dünne Schichten in höherer Qualität deponieren  
 Optische Wellenleiter finden Anwendung in Telekommunikation und Sensorik  
 Kleine Technik ganz groß – der Mikroskanner  
 Ein Labor auf dem Chip  
 Reaktor für chemische Abfälle  
 Supraleitender Undulator hat mehr Magnetkraft  
 Reinheit mit flüssigem Kohlendioxid  
 Weniger Schmiermittel dank Nanokompositschichten

### Veranstaltungen:

- Kongress ConSoil vom 3. bis 7. Oktober 2005 in Bordeaux (Frankreich)  
 Messe POWTECH Internationale Fachmesse für Mechanische Verfahrenstechnik und Analytik vom 11. bis 13. Oktober 2005 in Nürnberg  
 Wasserstofftag im Forschungszentrum Karlsruhe am 14. November 2005 in Eggenstein-Leopoldshafen

Sonstige Wünsche \_\_\_\_\_

### Absender:

\_\_\_\_\_  
Name

\_\_\_\_\_  
Firma

\_\_\_\_\_  
Straße

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

\_\_\_\_\_  
Telefon

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