



**Forschungszentrum Karlsruhe**  
in der Helmholtz-Gemeinschaft

## INHALT

Reihe: Erfolgsgories	
Ausgründungen aus dem Forschungszentrum Karlsruhe... am Beispiel „Endosmart“	1
Editorial	2
Minimalinvasive Chirurgie – Maximaler Erfolg	2
+++newsticker+++	2
Technologietransfer-Angebote:	
- Mikrostrukturierung von Komponenten leicht gemacht!	
- Elastisches Implantat mit Freiheitsgraden	3
Analytikverbund im Forschungszentrum	
Teil 1: Radioanalytik	4 - 5
Technologietransfer-Angebote:	
- Variables Stabilisierungssystem für Wirbelsäulen	
- Neues bildgebendes Verfahren für die Brustkrebsfrühdiagnose!	6
Bündelung der Wasserstoffaktivitäten am Forschungszentrum!	7
Neue Fachmesse der Mikrosystemtechnik von FIF positiv bewertet	7
Forschung auf dem Weg zum Fusionskraftwerk	8
Impressum	8

### ■ Gesundheit

## Erfolgsgories – Ausgründungen aus dem Forschungszentrum Karlsruhe ... am Beispiel „Endosmart“



Die Endosmart GmbH ist ein Start-Up Unternehmen, das im Jahr 2002 von Harald Fischer und Bernd Vogel in Karlsruhe gegründet wurde. Beide Gründer sind Mitarbeiter des Forschungszentrums Karlsruhe und arbeiten am Institut für Medizintechnik und Biophysik. Die Grundlage der innovativen Endosmart-Produktpalette bilden „Smart Materials“, das heißt Formgedächtnislegierungen wie beispielsweise Nickel Titan (NiTi oder NiTiInol) oder andere superelastische Materialien.



Endosmart Venenklappe – Künstlicher Klappen-Mechanismus auf Basis einer Gefäßprothese

Endosmart befasst sich mit der Entwicklung von innovativen medizinischen Produkten insbesondere mit der Entwicklung von Implantaten für die Diagnose und Therapie unterschiedlicher Krankheiten. Prototypen wurden inzwischen für zwei medizintechnische Produkte entwickelt, die auch das Kerngeschäft des Unternehmens darstellen: Das ist zum einen eine Weiterentwicklung der künstlichen Venenklappe zur Behandlung chronischer Venenleiden. Zum anderen werden vorwiegend querschnittsgelähmte Patienten aber auch inkontinente Patienten Erleichterung finden durch den völlig neuartigen Blaseninnendrucksensor (BIDS).

Dass die beiden Gründer auf dem richtigen Weg sind, ihre im Forschungszentrum erworbenen Kenntnisse auf dem medizintechnischen Markt einzusetzen zeigen schon die

Patientenzahlen. In Deutschland leiden ca. eine Million Menschen an offenen Beinen, als Folge von chronischem Venenleiden. Von einer Querschnittslähmung sind weltweit etwa 350.000 Menschen betroffen – allein in Deutschland sind es ca. 16.950 Menschen und jährlich kommen etwa 1.000 hinzu.

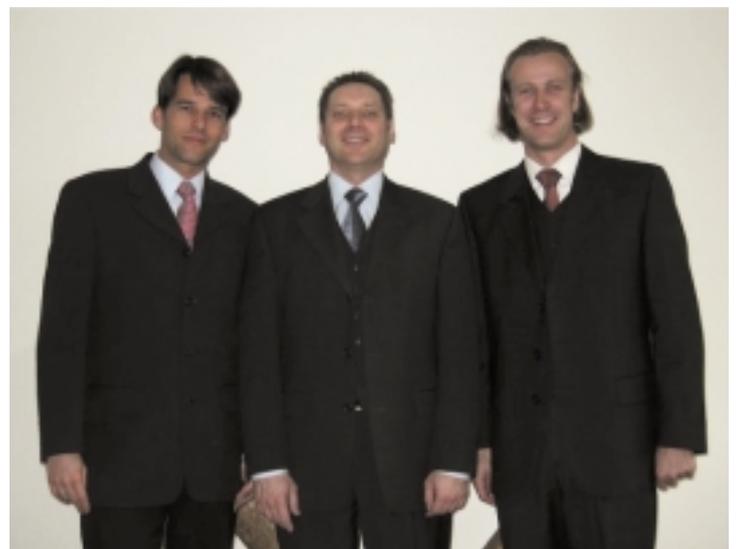
Die Bedeutung dieser Entwicklungen erkannt haben auch die Jurymitglieder des Wettbewerbs „CyberChampions 2004“, einem vom Cyberforum e.V. ausgeschrieben Wettbewerb. Der erste Preis wurde vom baden-württembergischen Wirtschaftsminister Walter Döring überreicht und zeichnet die Endosmart GmbH als bestes Unternehmen hinsichtlich Geschäftsidee, Marketing- und Vertriebskonzept, Entwicklungsperspektiven, Qualität der unternehmerischen Idee und Reifegrad des Unternehmens aus.

Auch in Liechtenstein wurde man im Verlauf des vergangenen Jahres auf

die Karlsruher „Ausgründer“ aufmerksam. So konnte Endosmart den „Sonderpreis High Tech“ des Businessplan-Wettbewerbs mit nach Hause bringen. Der erste Preis wurde gemeinsam von der Innovationsgruppe Liechtenstein und Regierungschef Otmar Hasler verliehen.

Weltweit ist Deutschland der zweitgrößte medizintechnische Markt, speziell in den chirurgischen Feldern. In Zusammenarbeit mit dem Forschungszentrum und aufgrund von guten Kontakten zu namhaften Instrumenten- und Geräteherstellern, konnten bereits zahlreiche Entwicklungs- und Produktionsprojekte erfolgreich abgewickelt werden. Die Firma Endosmart stellt ihre Kompetenz gerne zur Verfügung, um weitere anspruchsvolle Forschungs- und Entwicklungsprojekte im Bereich der NiTi-Formgedächtnislegierungen zu unterstützen.

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



Endosmart Team (v.li.): Bernd Vogel CTO, Frank Bock CFO, Harald Fischer CEO

## EDITORIAL

Liebe Leserinnen,  
liebe Leser,

Know-how, Kreativität und Risikobereitschaft sind entscheidende Faktoren, um aus neuen Technologien erfolgreiche Innovationen und Produkte am Markt zu gestalten. Eine hohe Dichte dieser Faktoren findet sich häufig in Start-ups, Aus- oder Neugründungen.

Wer Innovationen rechtzeitig erkennt, kann fast sicher sein, eine gute Grundlage für seine Geschäftsidee zu haben. Aktuelle technische Entwicklungen erschließen neue Märkte, erobern Marktlücken und überzeugen mit Spezialisierung.

Mit Schutzrechten und Know-how versorgen wir nicht nur unsere Ausgründungen, wie in dieser Aussage beschrieben, sondern bieten sie auch Ihnen für Ihren Wettbewerbsvorteil an.

Nutzen Sie unsere neusten Entwicklungen für Ihren Erfolg!



Dr. Thomas Windmann

### ■ Gesundheit

## Minimalinvasive Chirurgie – Maximaler Erfolg

Gesundheit ist das höchste Gut und so steht es auch im Zentrum des Interesses der Menschen. Gesundheit zu erhalten oder auch wiederherzustellen ist oft kostspielig. Die minimalinvasive Chirurgie empfiehlt sich seit zehn Jahren als eine kostensenkende Operationstechnik, die Behandlungsabläufe optimiert und postoperative Komplikationen sowie Liegezeiten verringert.

Die von Endosmart (siehe vorherige Seite) entwickelte Produktpalette beinhaltet Instrumente aus Formgedächtnislegierungen, die minimalinvasive Operationstechniken überhaupt erst ermöglichen oder vereinfachen. Anwendungsmöglichkeiten finden sich beispielsweise als Spitze für Endoskope, wiederverwendbare Spatel für die Gefäßchirurgie und Blasensteinfänger.

Des Weiteren entwickelt und fertigt Endosmart einen neuartigen Blaseninnendrucksensor. Dieser Sensor dient der kabellosen Messung des Blaseninnendrucks und wird durch einen minimalinvasiven Eingriff an der Blasendecke befestigt. Kabellos werden die gemessenen Daten an die am Körper getragene Gürtelspule übermittelt. Die an der Gürtelspule angebrachte Elektronik wiederum wertet die Daten aus und meldet dem Träger durch optische und akustische Signale den Blasenfüllstand. Der Blaseninnendrucksensor kann sowohl querschnittsgelähmten Patienten, die keine Wahrnehmung mehr über die



Endosmart BIDS –  
Miniatursensor zur  
Messung des  
Blasenfüllstands

Blasenfüllung haben, als auch Inkontinenzpatienten erhebliche Erleichterung im Lebensalltag verschaffen.

Auch Venenschwäche kann Betroffene im starken Maße in ihrer Lebensqualität beeinflussen. Die bisher einzigartige Venenklappe von Endosmart ist als künstlicher Klappenmechanismus auf der Basis einer Stentstruktur (Stent – Gefäßprothese) konstruiert und stellt den Blutrückfluß zum Herzen sicher.

Die in der Medizintechnik-Branche überdurchschnittlichen Margen sind die Grundlage für eine hohe Profitabilität und machen das Karlsruher Unternehmen Endosmart zu einem interessanten Investment für potentielle Investoren, die an den positiven Wachstumsaussichten des Segments „Medizintechnik“ teilhaben wollen.

Weitere Informationen über Endosmart können Sie über unsere Fax-Antwort auf der letzten Seite anfordern.

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

+++ Öffentliche Akteneinsicht online beim europäischen Patentamt! Unter <http://www.epoline.org> bietet das Europäische Patentamt eine Palette seiner elektronischen Produkte und Dienstleistungen im Bereich der geistigen Eigentumsrechte an. Besonders hervorzuheben ist die Möglichkeit der kostenlosen online-Akteneinsicht, d. h. der Einsicht in Akten europäischer Patentanmeldungen und Patente sowie PCT-Anmeldungen, für die das Europäische Patentamt als Benennungs- oder ausgewähltes Amt tätig ist. Die eingesehenen Seiten können ausgedruckt oder als PDF-Datei gespeichert werden. Die Zugriffszeiten sind erfreulich kurz, die bislang erforderliche Aufwand und die Wartezeiten einer Akteneinsicht entfallen weitgehend. +++

+++ Polen tritt dem europäischen Patentübereinkommen (EPÜ) bei. Seit dem 1. März 2004 ist Polen Mitgliedsland des EPÜ. Dem EPÜ gehören nunmehr 28 Mitgliedsstaaten an, nämlich Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Italien, Liechtenstein, Luxemburg, Monaco, Niederlande, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern Europäische Anmeldungen mit Anmeldetag 1. März oder später schließen die Benennung von Polen mit ein. +++

+++ 64.518 Patentanmeldungen gingen im Jahr 2003 beim DPMA ein.

Ein Plus von rund zwei Prozent gegenüber dem Jahr 2002.

52.425 Patentanmeldungen kamen von inländischen Unternehmen, Hochschulen und Einzelerfindern. Wie in den Vorjahren liegen Bayern und Baden-Württemberg mit 27,2% bzw. 26,5% der Anmeldungen im Bundesvergleich an der Spitze, gefolgt von Nordrhein-Westfalen (16,8%). Nahezu 385.000 Patente waren zum Ende des Jahres 2003 wirksam.

Im Jahr 2003 haben die Mitarbeiter des DPMA 33.515 Patentprüfungsverfahren abgeschlossen. Die Erledigungen konnten gegenüber dem Vorjahr um ca. 12% gesteigert werden.

+++

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

■ Technologietransfer-Angebote

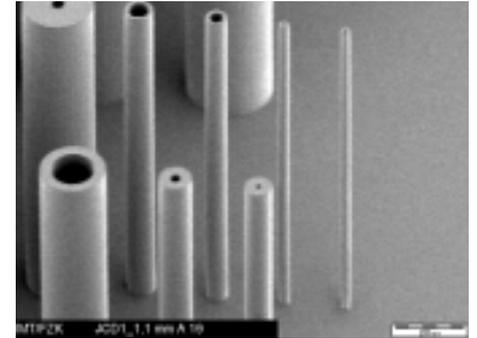
## Mikrostrukturierung von Komponenten leicht gemacht!

Die Verwendung von mikrostrukturierten Komponenten in Systemlösungen scheitert gerade im Prototypstadium an der Verfügbarkeit der Komponenten in der erforderlichen Qualität zu einem akzeptablen Preis.

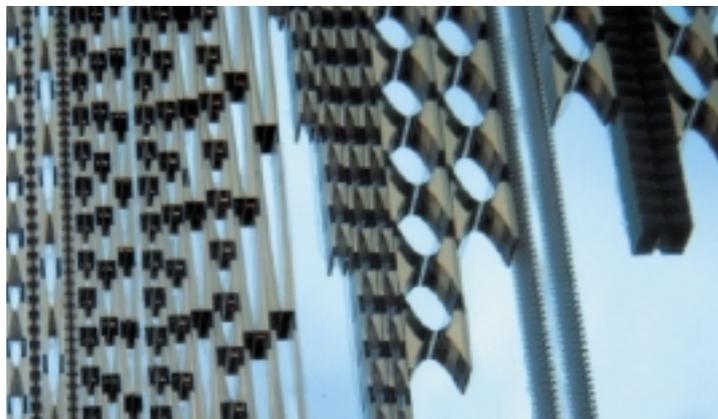
Bei der Herstellung von zylinderförmigen Komponenten in Polymer zeigt sich diese Schwierigkeit deutlich. Mit UV-Lithographie hergestellte Komponenten sind zwar von den Herstellungskosten noch akzeptabel, erfüllen aber meist aufgrund von Fehlern, die durch Beugungseffekte erzeugt werden, nicht die Anforderungen an die Qualität. Prinzipiell lässt sich dieses Qualitätsproblem durch die Anwendung von Röntgenstrahlung lösen. Dem entgegen standen aber bisher die hohen Bestrahlungskosten, die bei Verwendung des wenig empfindlichen

Polymethylmetacrylats (PMMA) als Standardresist entstehen. Mit der Qualifizierung des um einen Faktor 100 empfindlicheren Resists Epon SU8 auf Epoxidharzbasis (Negativresist) können die Kosten deutlich reduziert werden. Zudem hat der Resist noch den Vorteil, dass er nach der Belichtung sowohl chemisch als auch gegen Röntgenstrahlung sehr stabil ist. Dies eröffnet neue Anwendungsmöglichkeiten, die bisher nicht möglich waren. Wie am Institut für Mikrostrukturtechnik (IMT) des Forschungszentrums nachgewiesen wer-

den konnte, unterscheiden sich die Qualitätsmerkmale der Strukturen nur marginal von denen von PMMA-Strukturen. Die durch den Resist bestimmte Rauigkeit von Seitenwänden liegt im Bereich von 15 nm und ist damit immer noch so, dass auch die Realisierung optischer Strukturen (Zylinderlinsen, Mikroprismen) in Betracht gezogen werden kann.



Planare Röntgenlinsen mit unterschiedlicher Fokallänge hergestellt im Resist Epon SU8 (Höhe: 1 mm, kleinste Strukturbreite: 2 µm)



Durch Röntgenlithographie hergestellte „Mikrokamine“ im Resist Epon SU8 (Höhe: 1 mm, Breite der kleinsten Struktur: 20 µm, kleinster Innendurchmesser: 7 µm)

Mit dem Resist werden für einzelstehende Strukturen ebenfalls Aspektverhältnisse (Verhältnis von Höhe zu Strukturbreite) bis zu 100 realisiert. Strukturhöhen bis zu einem Millimeter stellen kein Problem – es wurden sogar schon mehrere Millimeter hohe Strukturen realisiert! Untersuchungen an einem Mikrospektrometer zeigten, dass die Wiedergabe von Strukturdetails mindestens so gut ist wie bei PMMA. Das IMT stellt gemeinsam mit seinem Kooperationspartner ANKA GmbH mit diesem Resistsystem routinemäßig planare Röntgenlinsen zur Fokussierung von Syn-

chrotronstrahlung her. Dies muss und wird sicherlich nicht die einzige Anwendung dieses Resistsystems bleiben. Zahnrädchen, andere mechanischen Teile, mikro-optische Teile, Fluidstrukturen sind nur einige Beispiele, die ihre Fantasie anregen sollen, über die Nutzung solcher hochpräziser polymerer Mikrostrukturen zur Lösung Ihrer Problemstellung nachzudenken.

Wenden Sie sich bei weiteren Fragen an: [Rothweiler@imt.fzk.de](mailto:Rothweiler@imt.fzk.de) oder fordern Sie vorab weitere Infos über das Faxformular auf Seite 8 an.

■ Technologietransfer-Angebote

## Elastisches Implantat mit Freiheitsgraden

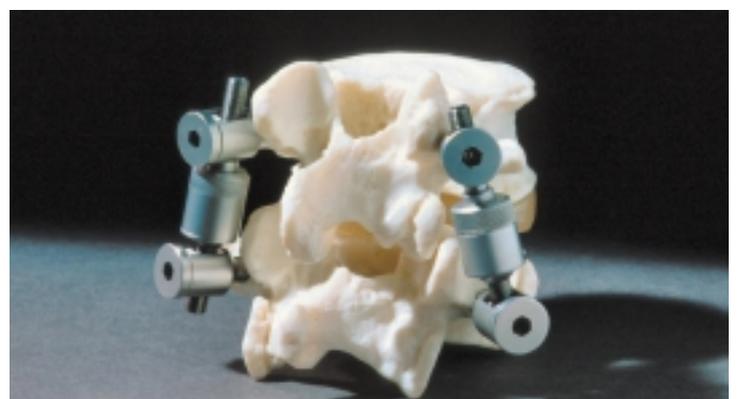
Bisher wurden defekte Wirbelsäulensegmente oder degenerierte Bandscheiben hauptsächlich durch Versteifen derselben repariert. Dazu werden Schrauben in die jeweiligen Pedikel der Wirbelkörper eingebracht und anschließend mit steifen Elementen verbunden. Kreuzschmerzen sind hauptsächlich auf degenerative Veränderungen der Zwischenwirbelscheiben an der mittleren und unteren Lendenwirbelsäule zurückzuführen. Die Bandscheibenniedrigung sowie der Verlust der Führungs- und Stoßdämpferfunktion bedingen Einengungen der umschlossenen Nerven sowie nicht physiologische Bewegungen. Weiterhin kommt es zu Nervenreizungen an den Wirbelgelenken sowie an Teilen des hinteren Längsbandes. Bei rechtzeitigem Erkennen eines solchen Defektes kann die Wirbelsäule

und die Bandscheibe noch eine lange Zeit beweglich gehalten werden durch das elastische und stabilisierende Implantat (elastisch hier: nur bedingt im Bezug auf die Materialeigenschaften, mehr im Bezug auf die Freiheitsgrade). Unsere Erfindung dient der elastischen Stabilisierung von degenerierten Segmenten an der (Lenden-) Wirbelsäule und soll die an der degenerierten Wirbelsäule verlorengegangenen Stoßdämpfer- und Führungseigenschaften der Zwischenwirbelscheibe ersetzen. Über eine Pedikelschraubverankerung mit besonderer Lagerung werden dorsal (rückwärtig) die elastischen Elemente zwischen das Bewegungssegment (bestehend aus zwei benachbarten Wirbeln und der dazwischenliegenden Bandscheibe) eingepaßt. Das Element, das sowohl translatorische als auch rotatori-

sche Freiheitsgrade haben kann, zeichnet sich aus durch Elastizität sowohl im Druck- als auch im Zugbereich, durch eine Wegbegrenzung und durch eine Führung. Es kann über ein oder mehrere Segmente eingesetzt werden.

Detaillierte Informationen können Sie mit der Fax-Antwort auf der letzten Seite anfordern.

Wir sind an Lizenznehmern interessiert!



Elastisches Implantat

# Analytikverbund im Forschungszentrum Karlsruhe

## Teil 1: Radioanalytik



Der Analytikverbund des Forschungszentrums Karlsruhe verfügt über umfangreiche Kompetenz in der Analytik, hochqualitative, moderne instrumentelle Ausstattung, hohe Qualitätsstandards und jahrzehntelange Erfahrung. Das Angebot des Verbunds reicht von der Beratung bei komplexen Problemstellungen über die Durchführung von Analysen im Auftrag bis hin zur Entwicklung und Einführung neuer Analysemethoden. In diesem Beitrag stellen wir Ihnen das Angebot im Bereich Radioanalytik vor.

Die Bestimmung von Radionukliden (Radioanalytik) wird nicht nur im klassischen Umfeld der Kernenergie oder bei technischen sowie medizinischen Anwendungen benötigt. Durch die Novellierung der Strahlenschutzverordnung im Jahre 2001 wurde in Kapitel 3 „Schutz der Bevölkerung bei natürlich vorkommenden radioaktiven Stoffen“ auch die Überwachung natürlicher Radionuklide in der Umwelt geregelt. Die Trinkwasserverordnung aus dem Jahre 2001 fordert für Wasserversorger den Nachweis von Uran-, und Radiumisotopen. Dadurch ist die Thematik „Radioaktivität“ und deren Nachweis zu einer Fragestellung geworden, die sich über weite Anwendungsbereiche/Industriezweige erstreckt. Seien es Altbestände/Altlasten aus genehmigungspflichtigem Umgang mit radioaktivem Material oder Radioaktivität natürlichen Ursprungs beispielsweise in Bauschutt, Dachschindeln oder Trinkwasser. Gewinnung, Nutzung und Entsorgung unterliegen strengen gesetzlichen Regularien.

Für die Überwachung und Entsorgung gelten nuklidspezifische Grenzwerte. Der direkte Nachweis einzelner Radionuklide, insbesondere der natürlichen, ist in den geforderten niedrigen Aktivitätsbereichen oftmals sehr schwierig und erfordert ein bestimmtes Know-how. Auch die für ei-

ne Entsorgung kontaminierter oder aktivierter Materialien erforderlichen Aktivitätsangaben können durch direkte Messverfahren nur in sehr begrenztem Umfang ermittelt werden. Zur Abtrennung und Analyse von Alphastrahlern (z.B. Uran-, Plutoniumisotope) und Betastrahlern (z.B. Tritium, Strontium-90) ist vielmehr ein radiochemisches Labor mit den erforderlichen Sicherheitseinrichtungen, einer adäquaten technischen Ausstattung sowie gut ausgebildetem technischem Personal erforderlich.

Die radiochemische Analytik im Forschungszentrum Karlsruhe verknüpft jahrzehntelange Erfahrungen in den Bereichen

- Betrieb und Stilllegung nuklearer Anlagen
- Entsorgung radioaktiver Abfälle
- Strahlenschutz
- Emissions- und Umgebungsüberwachung
- Entwicklung und Analytik bei der Überwachung natürlicher Radioaktivität

mit einem qualifizierten Equipment zur Bestimmung einer Vielzahl von Radionukliden. Durch Verbund unterschiedlich spezialisierter Institute sind wir in der Lage, Proben vom Low-level-Bereich (10 µBq/g bzw. einer Dosisleistung << 0,5 µSv/h)



Im Foto ist eine Anordnung zur automatisierten Radionuklidabtrennung mittels Extraktionschromatographie zu sehen.

bis in den Mittelaktivbereich (20.000 µSv/h) zu handhaben und zu analysieren.

Unser Angebot umfasst neben den Kernstrahlungsmessungen an verschiedensten Materialien auch die Durchführung chemischer und physikalisch-chemischer Untersuchungen an radioaktiven Materialien. Je nach Aktivitätsinventar werden die Proben in Handschuhboxen oder fernhantiert in abgeschirmten Boxen bearbeitet. Speziell boxenadaptierte instrumentelle Analysemethoden stehen zur Verfügung.

Die Vielfalt der vorhandenen Methoden von den klassischen kernspektroskopischen Methoden bis zur Massenspektrometrie erlaubt die Bearbeitung einer großen Bandbreite an radioanalytischen Fragestellungen und Probenarten. Im Folgenden werden einige Anwendungsbeispiele beschrieben. Sie reichen von der Analytik natürlicher Radionuklide in low-level Aktivitätsbereichen bis hin zur Bestimmung von hohen Aktivitätskonzentrationen in radioaktiven

Abfallproben aus der Kerntechnik.

Natürliche radioaktive Elemente (z.B. Kalium-40, Uran-238, Thorium-232, Radium-226, Radon-222) finden sich in nahezu allen Bereichen der Ökosphäre (Gesteine, Böden, Wasser, Luft). Die Konzentrationen können durch die unterschiedliche Beschaffenheit des geologischen Untergrundes regional stark variieren.

Von besonderem Interesse ist seit einigen Jahren das radioaktive Edelgas Radon mit seinen Folgeprodukten, da deren Inhalation in Gebäuden den Hauptteil der natürlichen Strahlenbelastung des Menschen ausmacht. Diese Problematik schlägt sich mittlerweile auch in EU-Richtlinien über Radonkonzentrationen in Gebäuden und Arbeitsplätzen sowie einer geplanten Radon-bezogenen Bauvorschrift in Deutschland nieder.

Die Radon-Konzentrationen in natürlichen Wässern können bis zu mehreren 100 Bq/l (in Ausnahmefällen mehr als 1000 Bq/l) erreichen. Ein klassisches Bestimmungsverfahren

Radionuklid	Vorkommen
Thorium	Oberflächenveredelung von Spiegeln, thoriumhaltige Schweißelektroden
Uran	Phosphatindustrie Uranbergbau, Uranerzaufbereitung
Tritium, Prometium-147	Leuchtfarben
Radon, Radium	Trinkwasser, Mineralwasser, Wasser- u. Bergwerke
Nuklide aus Uran- und Thoriumzerfallsreihe	Dachschindeln, Bauschutt, Zuschlagstoffe aus der Glasindustrie, Schamottsteine
I-125, Tc-99m.....	Medizinische Diagnostik
Fe-55, Ni-63, Co-60	Aktivierete Metalle aus Werkstoffbestrahlung zu Abriebversuchen
Co-60	Abbrandkontrolle in Hochöfen, Co in Stählen

Vorkommen von Radionukliden außerhalb des Kraftwerksbereiches

ist die „Entemanierung“ (vollständiges Austreiben des Radon aus dem Wasser) und Einleitung in eine Messkammer (z.B. Szintillationszelle) mit anschließender Messung.

Ein weiteres Problem, das des öfteren auftritt und nicht selten übersehen wird, stellen Radiumfällungen in Eisen- und Mangan-Oxihydroxiden in Filterkiesen u.ä. dar. Das im Wasser gelöste natürliche Radium wird hierbei in die Umkrustungen der Einzelkörper eingebaut und auf diesem Weg angereichert. Einerseits kann es Radon in die umgebende Luft freisetzen und so zu einer erhöhten Exposition von Beschäftigten führen, andererseits ist bei der Entsorgung solcher belasteter Kiese die Einhaltung der in der Strahlenschutzverordnung genannten Überwachungsgrenzen zu beachten. Die Bestimmung der spezifischen Radiumaktivität von Filterkiesen o.ä. erfolgt in der Regel mit Hilfe gammaspektrometrischer Messungen.

Bei der Herstellung von Spezialgläsern kommen unterschiedlichste Zuschlagsstoffe zum Einsatz. Diese Zuschlagsstoffe weisen in Abhängigkeit von der Lagerstätte aus der sie gewonnen werden unterschiedliche Verunreinigungen mit natürlichen Radionukliden auf, die mit diesen in den Produktionsprozess und damit insbesondere in die Reststoffe eingetragen werden. Die höchsten Aktivitäten finden sich im Zirkonsand. Es ist für die Glasindustrie somit sehr interessant, die Aktivitäten der natürlichen Radionuklide in den Rohstoffen zu kennen, um bei der Abgabe der Reststoffe aus der Produktion zu verhindern, dass diese als radioaktiver Sondermüll behandelt werden müssen.

Anlagenspezifische, genau quantifizierte Nuklidzusammensetzungen (sog. „Nuklidvektoren“) werden in der Praxis häufig zur Deklaration von Nuklidinventaren radioaktiver Abfälle herangezogen. Diese Nuklidzusammensetzungen sind in der Regel einmalig an repräsentativen Proben (z.B. Wässern, Mischproben, Wischtesten) zu ermitteln. Hierfür werden im Labor in aufwändigen, mehrstufigen Aufarbeitungsschritten die zu analysierenden Nuklide aus der Matrix und von anderen, die Messung störenden Nukliden abgetrennt und anschließend durch geeignete Messverfahren quantifiziert. Zwar lassen sich einzelne



Die Abbildung zeigt ein typisches Analysenschema, wie es unabhängig von der eigentlichen Messmethode für die meisten radiochemischen Analysen erforderlich ist.

Trennschritte automatisieren, dennoch stellen insbesondere Proben mit höherem Aktivitätsinventar eine besondere Herausforderung für den Analytiker dar. Aus Strahlenschutzgründen können Proben mit höherer Dosisleistung (ca. 500 bis 20000  $\mu\text{Sv/h}$ ) entweder nur in geringsten Mengen bearbeitet werden, oder sie müssen mittels Manipulatoren in abgeschirmten Bleizellen hinter Bleiglasfenstern gehandhabt werden; eine Tätigkeit, die sowohl Geschick als auch viel Erfahrungen des Operateurs erfordert.

Tritium gehört zu den Radionukliden, die im Rahmen der Trinkwasserverordnung zu überwachen sind. Zusammen mit Kohlenstoff-14 tritt es jedoch auch in einer ganzen Reihe von Abfall- und Reststoffen aus kerntechnischen Anlagen in weiten Konzentrationsbereichen auf. Ein direkter Nachweis ihrer niederenergetischen Beta-Strahlung ist ohne Probenvorbereitung nicht möglich. Für die Abtrennung dieser Nuklide stehen je nach Matrix und Aktivitätsinventar verschiedene Verfahren zur Verfügung. Das Verfahren der Wahl für Reststoffproben ist beispielsweise die Verbrennung des Probenmaterials im Sauerstoffstrom mit anschließender Kondensation bzw. Adsorption der Oxidationsprodukte HTO und  $\text{CO}_2$ . Bei Proben geringerer Aktivität kommen andere Probenvorbereitungsmethoden

wie z.B. die Zersetzung mit starken Oxidationsmitteln, Isotopenaustausch, Säulenchromatographie und/oder Destillation zum Einsatz. In den erzeugten Lösungen wird Tritium und Kohlenstoff-14 mittels Flüssigszintillationsmessung nachgewiesen. Dieses Messverfahren beruht auf der zerfall-induzierten Anregung von organischen Fluoreszenz-Farbstoffen und der anschließenden Detektion der in der Folge ausgesandten Fluoreszenzstrahlung.

Zur Bestimmung insbesondere langlebiger Radionuklide und ihrer Isotopenzusammensetzung in radioaktiven Abfall- und Reststoffen werden neben den klassischen kernspektrometrischen Methoden mehr und mehr massenspektrometrische Techniken verwendet. Die ICP-Massenspektrometrie gehört zu den derzeit nachweisstärksten Bestimmungsmethoden für Spurenelemente bis in den  $\text{pg/kg}$  Konzentrationsbereich. Die Fähigkeit, einzelne Isotopen analysieren zu können, lässt sich natürlich auch in der Radioanalytik einsetzen. Insbesondere langlebige Radionuklide, wie die Plutonium-Isotope 239/240/242 oder auch Spaltprodukte wie Iod-129 und Technetium-99 lassen sich mit höherer Nachweisempfindlichkeit bestimmen als mit klassischen kernspektroskopischen Methoden. Die separate Bestimmung der Isotope Plutonium-239/240 ist sogar ausschließlich massenspektrometrisch möglich und gelingt mit der Alphaspektrometrie

praktisch nicht. Generell lassen sich Radionuklide mit einer Halbwertszeit größer als 103-104 Jahre besser mit der ICP-MS bestimmen. Mit dem vorhandenen mit einer Handschuhbox gekoppelten ICP-Massenspektrometer können nicht nur Radioisotope sondern auch nicht-radioaktive Spurenelemente in radioaktiven Probelösungen analysiert werden. Auch bei der ICP-massenspektrometrischen Analyse ist im Allgemeinen eine vorherige radiochemische Trennung erforderlich, um spektrale und chemische Störungen zu vermeiden.

Im Forschungszentrum stehen langjährige Erfahrung im Lösen radioanalytischer Fragestellungen in Kombination mit einer modernen instrumentellen Ausstattung der radiochemischen Labors zur Verfügung. Die im Text beschriebenen Beispiele zeigen die große Bandbreite an Möglichkeiten, die zur Bearbeitung nahezu aller Probenarten existieren. Summa summarum sind die Labors des Forschungszentrums für radioanalytische Aufgaben der Zukunft bestens gerüstet.

Das detaillierte Angebot finden Sie unter: [www.fzk.de/analytikverbund](http://www.fzk.de/analytikverbund) oder nehmen Sie direkt Kontakt mit uns auf: [analytikverbund@fzk.de](mailto:analytikverbund@fzk.de)

In der nächsten Ausgabe des „r2b marktplatz“ stellen wir Ihnen das Angebot im Bereich Oberflächenanalytik vor.



Blick in das Fernhandlungslabor

## Neues bildgebendes Verfahren für die Brustkrebsfrühdiagnose!

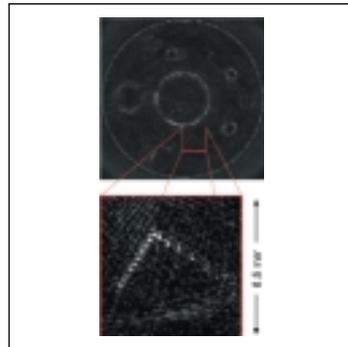
Als bildgebende Verfahren zur Brustkrebs-Diagnose haben sich in Deutschland die Röntgen-Mammographie, Ultraschall und MR-Tomographie etabliert. In Vorsorgeuntersuchungen wird hauptsächlich die Röntgen-Mammographie eingesetzt; gewisse Gewebeeränderungen wie Zysten lassen sich mit dieser Methode aber nur kontrastarm oder gar nicht differenzieren. Ergänzend wird dazu häufig eine Ultraschalluntersuchung herangezogen. Zudem schädigt Ultraschall im Gegensatz zur Röntgen-Mammographie das zu untersuchende Gewebe nicht und kann daher auch bei jungen Frauen mehrmals bedenkenlos eingesetzt werden.

Ein in der klinischen Medizin eingesetztes Ultraschallgerät besteht im wesentlichen aus einem Schallkopf mit Ultraschallwandlern und einer Visualisierungseinheit, die Schallreflexionen in Bildinformationen umsetzt. Probleme bei der Ultraschall-Mammographie sind die in der Regel geringe Orts- und Zeitauflösung und die schlechte Reproduzierbarkeit der Ergebnisse bei dynamischen Kontrastmitteluntersuchungen. Da der Schallkopf vom Arzt nahe an das zu untersuchende Gewebe gebracht werden muss, sind Bildqualität und -inhalt handhabungsabhängig. Die Brust wird verformt – die Bilder und die dynamischen Vorgänge im zu untersuchenden Gewebe sind nur schwer zu reproduzieren und eine quantitative Bestimmung der Ausdehnung der Gewebestrukturen von z. B. Tumoren

ist nicht möglich. Auch lassen sie sich aufgrund der Verformung schlecht mit anderen Bildern überlagern. Damit wird die computergestützte Diagnose erschwert.

Tomographische Methoden auf der Basis von Ultraschall versprechen eine wesentlich verbesserte Bildqualität. Wissenschaftler im Institut für Prozessdatenverarbeitung und Elektronik entwickeln ein neuartiges Ultraschall-Computertomographie-System, das zeitaufgelöste Volumenbilder des zu untersuchenden Gewebes liefert. Es ist besonders geeignet für die Brustkrebsdiagnose, da die weibliche Brust von einem mit Ultraschallwandlern besetzten Zylinder umgeben werden kann.

Der Ultraschall-Computertomograph besteht aus einem mit Wasser als Koppelmedium gefüllten Zylinder,

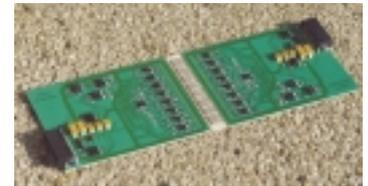


Ultraschallphantom, der Ausschnitt zeigt Nylonfäden im Abstand von 0,5 mm und einem Durchmesser von 0,1 mm.

der vollständig mit Ultraschallwandlern besetzt ist. Ein Wandler sendet einen kurzen Ultraschall-Puls in das zu untersuchende Volumen, alle anderen Wandler zeichnen synchron die durchgehenden, reflektierten und gestreuten Signale auf. Danach sendet ein anderer Wandler einen Puls usw. Auf diese Art und Weise können mit jedem gesendeten Puls Informationen aus dem gesamten Volumen gesammelt werden.

Für den Aufbau eines Ultraschall-Computertomographen sind einige Tausend Ultraschall-Wandler mit besonderen Eigenschaften erforderlich. Die hierzu notwendige Fertigungstechnik wurde am Institut für Prozessdatenverarbeitung und Elektronik entwickelt. Ein besonderer Schwerpunkt lag in der preiswerten Herstellung miniaturisierter Ultraschallwandler bei gleichbleibend hoher Qualität (Abbildung). Damit wurde die Grundlage zum Aufbau einer preiswerten Sensorik mit einigen Tausend Wandlern geschaffen, mit denen detailgerechte Volumenbilder erzeugt werden können. Weiterhin wird die Steuerelektronik sowie ein Supercomputer zur Datenaufnahme entwickelt und gefertigt. Mittels spezieller Algorithmen werden hochqualitative Bilder rekonstruiert.

Zum Test wurden verschiedene Objekte, z. B. Strohhalme oder Nylonfäden, in Gelatine eingebettet und mit dem Tomographen vermessen. Die kleinsten Strukturen bestehen aus



Miniaturisierter Ultraschallwandler

Nylonfäden im Abstand von 0,5 mm und einem Durchmesser von 0,1 mm. Im rekonstruierten Schnittbild in Abbildung 2 sind die Nylonfäden deutlich zu erkennen. Im Vergleich zu konventionellen Ultraschallmethoden bedeutet dies eine ca. 10fache Verbesserung der Auflösung.

Die Ultraschall-Computertomographie eignet sich besonders bei der Früherkennung von Brustkrebs junger Frauen, da sich dieser durch die Röntgen-Mammographie nur mit schlechtem Kontrast abbilden lässt. Durch einen verbesserten Aufbau und durch die Kombination der abgebildeten physikalischen Eigenschaften erhoffen sich die Wissenschaftler, subtile Gewebeeränderungen in den rekonstruierten Bildern zu erkennen. Kleinste Veränderungen könnten bereits im Anfangsstadium entdeckt werden. Die Ultraschall-Computertomographie kann neue Perspektiven in der Ultraschalldiagnostik eröffnen. Andere bildgebende Verfahren, die mit gewebeschädigender Strahlung arbeiten, könnten durch diese neue Entwicklung vielleicht abgelöst werden.

Für weitere Informationen nutzen Sie bitte das Formular auf Seite 8.

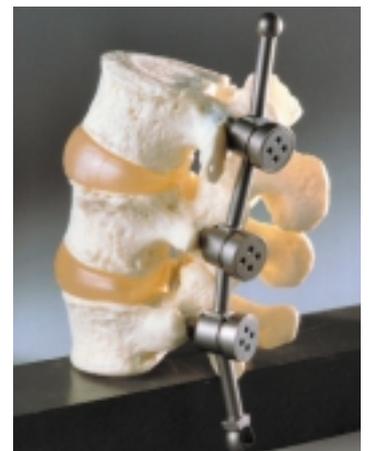
## Variables Stabilisierungssystem für Wirbelsäulen

Das Institut für Medizintechnik und Biophysik (IMB) des Forschungszentrums Karlsruhe beschäftigt sich u. a. mit Lösungen zur Wirbelsäulenstabilisierung. Im Rahmen dieser Arbeiten wurden Implantate zur Stabilisierung und Stützung degenerierter Knochensegmente sowie von geschädigten Bandscheiben entwickelt. Sie sind modular aufgebaut, wobei eine Anzahl von Verankerungskomponenten (Pedikelschrauben) direkt auf die Knochen fixiert und mittels elasti-

scher Verbindungselemente unter Überbrückung z.B. von Bandscheibenbereichen verbunden werden. Das System umfasst somit eine Kette von festen und elastischen Implantaten und lässt sich auch noch im implantierten Zustand sehr variabel konfigurieren. Sollte sich nachträglich ein elastisches Verbindungselement als zu hart oder zu weich erweisen, kann dieses ohne Auswechseln der oftmals bereits mit dem Knochen verwachsenen Pedikelschrauben

durch einfachen Austausch ersetzt oder angepasst werden. Ziel dieser Erfindung ist es, dem Chirurgen ein möglichst flexibles System in die Hand zu geben bei gleichzeitig optimaler Schonung der menschlichen Wirbelsäule. Diese Entwicklung ist Gegenstand mehrerer Schutzrechte des Forschungszentrums Karlsruhe.

Wenn Sie eine Kopie dieses Patents einsehen wollen, faxen Sie und das Formular auf der letzten Seite.



Darstellung des Implantats am Modell.

## ■ Allgemeines

## Bündelung der Wasserstoffaktivitäten im Forschungszentrum!

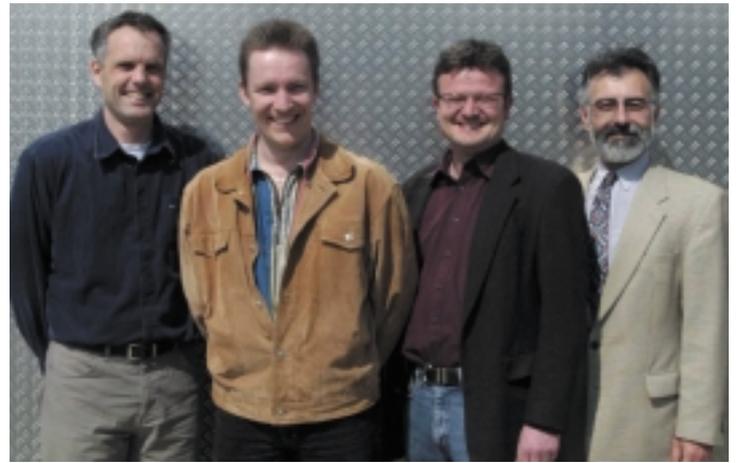
Vor dem Hintergrund schwindender Erdölreserven wird weltweit nach alternativen Energieträgern gesucht, die sowohl im mobilen als auch im stationären Bereich die Rolle des Öls übernehmen können. Von vielen Experten wird dabei Wasserstoff als ideale nachhaltige Alternative angesehen. Weltweit sind derzeit vor allem in Japan, China und den USA starke Aktivitäten zu verzeichnen, die einen Einstieg in die so genannte „Wasserstoffwirtschaft“ ermöglichen sollen. Bis dahin sind allerdings noch eine Reihe technischer Probleme zu lösen. Diese reichen von der Wasserstoffherzeugung über den Transport und die Speicherung des Wasserstoffs bis zur Erzeugung von elektrischer Energie und Wärme beim Endverbraucher.

Um den neuen Herausforderungen besser begegnen zu können, haben sich nun am Forschungszentrum Karlsruhe fünf Arbeitsgruppen, die bereits auf unterschiedlichen Gebieten der Wasserstofftechnologie aktiv sind, unter dem Namen „HyTecGroup“ (Hydrogen Technology Group) zusammengeschlossen. Ziel der Gruppe ist, die Einzelaktivitäten in den Bereichen stationäre und mobile Wasserstoffherzeugung, Wasserstoffspeicherung und Sicherheit zu bündeln. Durch einen regelmäßigen Informa-

tionsaustausch soll die Kommunikation der Wissenschaftler verbessert werden, Möglichkeiten für gemeinsame Aktivitäten sollen ausfindig gemacht und vorhandene Synergien genutzt werden. Durch eine vereinheitlichte Außendarstellung und klare Schnittstellen verspricht sich die Gruppe außerdem eine schnelle und gezielte Bearbeitung von Anfragen aus Industrie und Wissenschaft.

Als Aktivitäten der HyTecGroup sind die Arbeiten zur stationären Wasserstoffherzeugung aus nasser Biomasse zu nennen, die am Institut für Technische Chemie (ITC-CPV) durchgeführt werden. Dort können in der Pilotanlage VERENA bereits 100 kg Biomasse pro Stunde aus der Landwirtschaft und Lebensmittelindustrie in ein wasserstoffreiches Produktgas überführt werden.

Die Arbeiten am Institut für Mikroverfahrenstechnik (IMVT) zielen dagegen auf die Erzeugung von Wasserstoff aus flüssigen und gasförmigen Brennstoffen in Kraftfahrzeugen oder in kleinen stationären Einheiten, wie z.B. im Privathaushalt, ab. Dazu werden am Institut entwickelte Mikrostrukturreaktoren eingesetzt, die im Gegensatz zu konventionellen Systemen eine effizientere Wasserstoffher-



Die Gründungsmitglieder der HyTecGroup am Forschungszentrum Karlsruhe. V.l.n.r.: Thomas Jordan (IKET), Peter Pfeifer (IMVT), Maximilian Fichtner (INT), Nikolaos Boukis (ITC-CPV) (nicht auf dem Bild: Ludwig Leible (ITAS))

zeugung erlauben und dem ständig schwankenden Bedarf an Wasserstoff gerecht werden. Die Arbeiten zur Wasserstoffspeicherung werden am Institut für Nanotechnologie (INT) durchgeführt. Dort werden so genannte funktionelle Nanokomposite als hochleistungsfähige Speichermaterialien für die schnelle Aufnahme und Abgabe von größeren Mengen Wasserstoff entwickelt.

Die Arbeiten am Institut für Kern- und Energietechnik (IKET) befassen sich mit Sicherheitsaspekten einer zukünftigen Wasserstoffwirtschaft. Durch

eine Verknüpfung von Simulation und Experiment sind dabei belastbare Risikoanalysen möglich.

Darüber hinaus ist vom Institut für Technikfolgenabschätzung (ITAS) geplant, die verschiedenen Möglichkeiten der Bereitstellung und energetischen Nutzung von Wasserstoff in einen systemanalytischen Gesamtvergleich mit anderen Energieträgern einzubeziehen.

Weitere Infos erhalten Sie gerne auf Anfrage; nutzen Sie dazu das Faxformular auf der letzten Seite.

### Veranstaltung



## Neue Fachmesse der Mikrosystemtechnik von FIF positiv bewertet

Die Mikrosystemtechnik ist Teil der Prozesskette für die Herstellung von mikrotechnischen Komponenten, Baugruppen und Kompletgeräten. Dem Bedarf an Entwicklungs- und Fertigungs-Technologien vom Design über das Rapid Tooling, die (Mikro) Fertigung, die Montage bis zur Qualitätssicherung trug die neue Kongress-Fachmesse MICROSYS Rechnung. Parallel zur 18. CONTROL, der Internationalen Fachmesse für Qualitätssicherung, wurde vom 11. bis zum 14. Mai 2004 in Sinsheim die gesamte Prozesskette Mikrosystemtechnik praxisnah und marktgerecht abgelie-

det. Der messebegleitende Kongress widmete sich dem Thema Ultrapräzisionsfertigung. Kongress-Ausrichter war die NC-Gesellschaft, mit der das „Forschungszentrum IndustrieForum Mikrofertigungstechnik“, kurz: FIF, kooperiert. FIF hat sich auf der Tagung als Forschungsdienstleister präsentiert, der Mikrofertigungs-Know-how, Beratung und Technischen Service aus einer Hand anbietet. Die behandelten Themen orientierten sich eng an der industriellen Praxis und beleuchteten Themen wie Maschinen und Verfahren der Ultrapräzisionsfertigung, Meßtechnik und Handha-

bung. Moderation und Vorträge des an vier Halbtagen stattfindenden Kongresses lagen in der Hand erfahrener Vertreter der Mikrosystemtechnik aus Forschung und Industrie, darunter auch Experten aus dem FIF-Konsortium.

Die MICROSYS besitzt das Potential, zum Marktplatz für ein breites Angebot an Technologien und Entwicklungspartnern zu werden, nicht nur im süddeutschen Raum. Hier treffen sich Industrie, Netzwerke und Forschungseinrichtungen, um fit zu werden für den sich nach wie vor weiter-

entwickelnden Mikrosystemtechnik-Markt. Ein Besuch der MICROSYS (und der CONTROL) wird sich auch im nächsten Jahr lohnen, und bei FIF sind Überlegungen im Gange, einen Gemeinschaftsstand für die FIF-Mitgliedsunternehmen anzubieten. Auch Ihr Unternehmen kann mit dabei sein - sprechen Sie uns doch einfach an auf das FIF-Angebot und die FIF-Mitgliedschaft.

Weitere Informationen unter: [www.microsys-messe.de](http://www.microsys-messe.de) oder bei FIF, Tel. 07247 82-6272.

■ Allgemeines

# Forschung auf dem Weg zum Fusionskraftwerk

Der Weltenergiebedarf wird heute zu etwa neunzig Prozent aus fossilen Energiequellen gedeckt. Sowohl die begrenzte Reichweite von Kohle, Öl und Erdgas als auch drohende Klimaschäden erfordern langfristig neue Versorgungsstrategien. Hinzu kommen die schnell wachsende Erdbevölkerung sowie die sich abzeichnende industrielle Entwicklung von Schwellenländern, sodass heutige Prognosen weltweit von einem Zuwachs des Energieverbrauchs um den Faktor 2 bis 4 zum Ende dieses Jahrhunderts ausgehen.

Die Kernfusion bietet die Option einer zukünftigen Energieversorgung, die sich durch praktisch unbegrenzte Brennstoffreserven sowie günstige Sicherheitseigenschaften und geringe Umweltbelastungen auszeichnet. Sie ist besonders für die Versorgung von Ballungszentren geeignet und kann im Verbund mit erneuerbaren Energiequellen, die sich aufgrund kleiner

Leistungseinheiten eher für den Flächenbedarf eignen, einen wesentlichen Beitrag zu einem umweltverträglichen Energiesystem leisten.

Ziel der Fusionsforschung ist ein Strom lieferndes Kraftwerk, das – ähnlich wie die Sonne – Energie aus der Verschmelzung von Wasserstoffkernen gewinnt. Forschungseinrichtungen aus aller Welt arbeiten an diesem ehrgeizigen Ziel. In Europa haben sich Forschungseinrichtungen aus allen Ländern der Europäischen Union im European Fusion Development Agreement (EFDA) zusammengeschlossen, um das europäische Fusionsprogramm umzusetzen. Die Beiträge des Forschungszentrums zu diesem zukunftsinteressanten Forschungsgebiet umfassen neben der Gyrotronforschung, Energieauskoppelungsuntersuchungen, Werkstoff- und Magnetspulenentwicklung auch Sicherheitsuntersuchungen in der Fusionsenergieerzeugung.

Verschaffen Sie sich einen Überblick der Aktivitäten im Forschungszentrum Karlsruhe und bestellen Sie die Nachrichten zum Thema „Fusionsforschung“



Die neue Ausgabe der „Nachrichten“ jetzt kostenlos zu bestellen mit untenstehendem Formular.

## WEITERE INFORMATIONEN ERHALTEN SIE VON:

### Forschungszentrum Karlsruhe GmbH

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

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

Sie finden uns auch im Internet unter der Adresse:

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

## IMPRESSUM

### Redaktion:

Dr. Thomas Windmann  
Dipl.-Kffr. Christina Männel

### Gestaltung:

Tassilo Schnitzer  
Compart Werbeagentur

### Fotos:

Markus Breig, Martin Lober u.a.

### Druck:

Baur GmbH, Keltern

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier

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:

Endosmart

Technologietransfer-Angebote:

- Mikrostrukturierung
- Elastisches Implantat
- Stabilisierungssystem für die Wirbelsäule
- Ultraschallsensoren für die Frühdiagnose

Wasserstoffkompetenz

Nachrichtenheft zur Fusionsforschung

Sonstige Wünsche

**Absender:**

\_\_\_\_\_  
Name

\_\_\_\_\_  
Firma

\_\_\_\_\_  
Straße

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

\_\_\_\_\_  
Telefon

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