



Forschungszentrum Karlsruhe
in der Helmholtz-Gemeinschaft

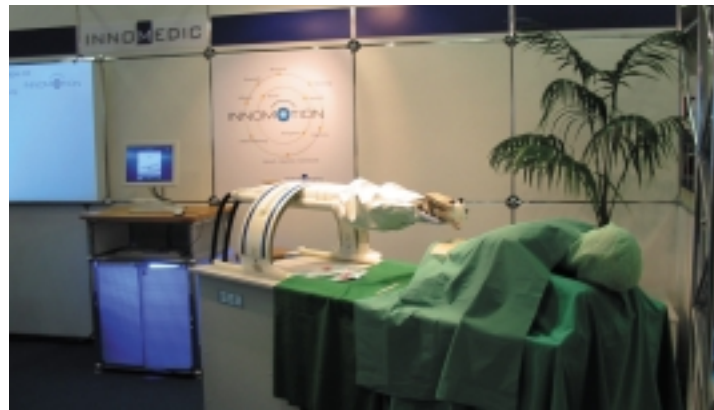
INHALT

Reihe: Erfolgsgories MRT-kompatibles Assistenzsystem	1
Editorial	2
Kooperation des Forschungszentrums Karlsruhe mit SYSCA AG hat begonnen!	2
+++newsticker+++	2
Kompetenzerhalt: Nukleare Sicherheitsfor- schung am Forschungs- zentrum Karlsruhe	3
Technologietransfer-Angebote: - Lichtleitende Kunststoffe	3
Analytikverbund im Forschungszentrum Teil 2: Oberflächen- und Mikro- bereichsanalytik	4 - 5
Technologietransfer-Angebote: - Tumore im Visier! - Mammografie	6
Veranstaltungen: - Heißes Werkzeug! – Heißprägen von Mikrostrukturen	6
- Tag der offenen Tür im Forschungszentrum	7
- 7. Internationale Tritium-Konferenz	7
- Mineralogische Jahrestagung	7
- 3. ANKA-Nutzer- treffen	7
- Wasserstoffsicherheit für Europa	7
Zwei-Komponenten- Pulver-Spritzgießen	8
Impressum	8

■ Gesundheit

Erfolgsgories – Gegenseitig von den Stärken des Partners profitieren! ... am Beispiel „Kooperation INNOMEDIC GmbH und Forschungszentrum Karlsruhe“

Präsentation einer Weltneuheit! - Während des Deutschen Röntgenkongresses in Wiesbaden (19.-22.05.04) stellte die Innomedic GmbH das erste medizinische Assistenz-System vor, das im Magnetresonanztomographen (MRT) eingesetzt werden kann. Das Gerät wurde in Zusammenarbeit mit dem Forschungszentrum Karlsruhe, Institut für Medizintechnik und Biophysik entwickelt und konstruiert.



Teleroboter für den Einsatz in bildgebenden Systemen (MRT und CT)

INNOMOTION™ ist das MRT-kompatible Assistenzsystem für die Diagnostik und Therapie im Rahmen minimal-invasiver Eingriffe unmittelbar im Magnetresonanztomographen (MRT). INNOMOTION™ kann mit den auf dem Markt befindlichen MRTs kombiniert werden und erlaubt einen zielgerichteten Eingriff (Intervention) mit bildgestützter Navigation. Unter bereits verfügbaren Bilddaten aus dem MRT hat der Arzt die Möglichkeit, direkt an einem Eingabebildschirm (Touch Screen) die Zugangsplanung für den Eingriff zu planen. INNOMOTION™ mit seinen fünf Freiheitsgraden gibt dem Arzt höchste mehrdimensionale Flexibilität und Sicherheit bei der präzisen Definition der punktgenauen Interventionsstelle. INNOMOTION™ unter-



Studie eines Teleroboters für die Minimal Invasive Chirurgie

stützt den Arzt bei der Positionierung und Orientierung seines Instrumentes. Der Einstich des Instrumentes in den menschlichen Körper wird jedoch weiterhin vom Arzt durchgeführt und kann nun zusätzlich bildgesteuert erfolgen. Auch der Eingriff selbst bleibt weiterhin in der Verantwortung des Arztes.

Die größte Herausforderung bei der Entwicklung des Gerätes stellte sein Einsatz in Hochmagnetfeldumgebung (MRT) dar. Daraus ergeben sich höchste Anforderungen an die verwendeten Bauteile und Materialien, die jederzeit störungsfrei reagieren und agieren müssen. Um eine artefaktfreie Bildgebung des MRT garantieren zu können, mussten spezielle Werkstoffe wie z. B. Faserverbundwerkstoffe, Keramik, Kunststoffe und optische Fasern verwendet werden, die keinerlei ferromagnetische Bestandteile aufweisen. Das Forschungszentrum Karlsruhe und Innomedic entwickelten außerdem MR-kompatible, optische Mikrosensoren, die einen technisch störungsfreien Betrieb im Hochmagnetfeld ermöglichen. Der Antrieb von INNOMOTION™ wurde über spe-

ziell entwickelte pneumatische Aktoren und Regler realisiert, wobei eine gleichmäßige langsame kontrollierte Bewegung von INNOMOTION™ ermöglicht werden musste. Die entwickelten pneumatischen Antriebe haben neben der MRT-Tauglichkeit den großen Vorteil einer sehr hohen Sicherheit. So kann INNOMOTION™ auch im Notfall leicht auch manuell bewegt werden. Eine weiche Reaktion auf mögliche Bewegungen des Patienten ist jederzeit garantiert. Der Startschuss für den Markteintritt ist für Ende des Jahres geplant.



Die Innomedic GmbH, ansässig in Herxheim in der Pfalz, wurde 1999 von den beiden Geschäftsführern Thomas Remmele und Michael Englert gegründet. Innomedic hat sich auf Entwicklung, Produktion und Vertrieb von Soft- und Hardware für die Medizintechnik spezialisiert. In diesem Bereich ist Innomedic auch als Auftragsentwickler und Berater tätig. Das junge, hoch motivierte Team besteht mittlerweile aus 15 Mitarbeitern und vereint Fachwissen aus den Bereichen Informatik, Medizintechnik, Elektrotechnik und Mechanik.

Innomedic GmbH

Luitpoldstraße 59
76863 Herxheim
www.innomedic.de

Kontakt: Renate Wolf

Manager Sales & Marketing
Telefon: 07276/9885-630
renate.wolf@innomedic.de

■ Schlüsseltechnologien

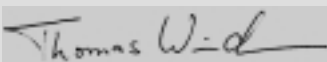
EDITORIAL

Liebe Leserinnen,
liebe Leser,

das Forschungszentrum Karlsruhe öffnet am 18.09.2004 seine Tore für alle, die sich für Wissenschaft und Technik interessieren oder einfach erleben wollen, was in einer der größten Forschungseinrichtungen Deutschlands passiert. Nicht nur für die Besucher ist dies ein besonderer Tag, sondern auch für die Mitarbeiter. Für sie bietet sich die seltene Gelegenheit ihren Arbeitsplatz einer breiten Öffentlichkeit zu zeigen. Unsere engagierten Wissenschaftler nutzen diesen Tag gerne, um zu zeigen was sie leisten und zu demonstrieren wie Forschung funktioniert.

Der Arbeitsplatz Forschung, wie er heute existiert, ist breiten Teilen der Bevölkerung nicht bekannt. Zudem haften noch Vorstellungen und Bilder an dem Berufsbild, die wenig mit dem Alltag in einer Großforschungseinrichtung zu tun haben. Der Tag der offenen Tür ist deshalb eine hervorragende Plattform für uns, die „Produktion“ von Forschungsergebnissen und unsere Innovationskraft darzustellen. Die vielen begeisterten Besucher aus der Region in den vergangenen Jahren bestätigen sowohl den Bedarf als auch den Erfolg dieser Aktivität.

Einen Vorgeschmack auf unsere Ergebnisse und Angebote liefert dieser Newsletter...



Dr. Thomas Windmann

Ausgündungen aus dem Forschungszentrum Karlsruhe Kooperation mit SYSCA AG hat begonnen!

Die Karlsruher Mikronase KAMINA, eine Entwicklung des Forschungszentrums Karlsruhe, ist eine „Elektronische Nase“ auf Basis eines einzigartigen Chips kleiner als ein Fingernagel. Dieser Chip nutzt die Mikrosystemtechnik und Nanotechnologie, um hohe gasanalytische Leistung mit Robustheit und niedrigen Kosten für eine breite Palette von Anwendungen zu verbinden. Nach erfolgreicher Entwicklung einer Reihe technischer Funktionsmuster und einer Kleinserien-Pilotfertigung hat sich vor etwa einem Jahr die SYSCA AG mit Sitz in Knittlingen gegründet, um die KAMINA zu vermarkten. Jetzt ist ein langfristiger Kooperationsvertrag mit dem Forschungszentrum abgeschlossen worden, um gemeinsam die Mikrofertigungstechnik und Betriebsperipherie des KAMINA-Chips für große Stückzahlen auszubauen. So soll die hohe analytische Leistung in ein Instrument



3x3,5mm²-grosser KAMINA-Chip mit 16 Gassensorsegmenten (Herzstück der KAMINA)

umgesetzt werden, das als kostengünstiges Modul in Industrie und Haushalt als chemischer Zustandsmelder Anwendung finden kann.

Die Integration von KAMINA-Systemen in die unterschiedlichsten Produkte ermöglicht eine breite Vielfalt intelligenter Systeme, die autonom auf veränderte Bedingungen reagieren und ihre Leistung selbsttätig optimieren.

Dabei sind nahezu alle Gase (außer inerte wie Edelgase und Stickstoff) nachweisbar. Ziel von SYSCA ist es, diesen neuen Typ chemischer Analytik zu realisieren, der chemische Charakterisierung – wenn nötig rund um die Uhr- mit kostengünstig integrierbaren Modulen am Objekt bietet. SYSCA hat verschiedene Anwendungen im Visier: Die schnelle Prüfung von Produkten auf ihre Geruchsqualität oder Gasabgabe vor Auslieferung, flüchtige Schadstoffe wie Benzin, Diesel oder Lösemittel im Boden zu lokalisieren, Luftqualität zu kontrollieren, industrielle Fertigung zu überwachen und als Fernziel den intelligenten Haushalt. (Garprozessen, Geruchskomfort, etc.).

Die Kooperation widmet sich insbesondere innovativen Fertigungsverfahren für die Nanostrukturen des KAMINA-Chips, die das Forschungszentrum dann auch in anderen Bereichen nutzbringend einsetzen kann.



v.l.n.r.: Prof. Reinhard Maschuw (Vorstand Forschungszentrum Karlsruhe), und Frank Holzschuh (SYSCA AG) (beide sitzend) bei der Vertragsunterzeichnung

+++newsticker+++newsticker+++newsticker+++newsticker+++

+++ Mit der neu gestarteten Informations- und Kommunikationsplattform „Forschung für Nachhaltigkeit“ (www.fona.de) werden aktuelle Informationen zu Terminen, Veranstaltungen, Messen und Workshops rund um die Nachhaltigkeit angeboten. Außerdem gibt es Hinweise auf Publikationen und weitere Links.

Mit dem Rahmenprogramm Forschung für die Nachhaltigkeit stellt das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) die Entwicklung für moderne Umwelttechnologien

auf eine breite Grundlage. Bundesforschungsministerin Edelgard Bulmahn präsentiert das Konzept im Kabinett, wonach in den nächsten fünf Jahren durchschnittlich 160 Millionen Euro für die Forschung für eine nachhaltige Entwicklung zur Verfügung stehen. +++

+++ Das neue Geschmacksmustergesetz ist am 01. Juni 2004 in Kraft getreten. Das deutsche Geschmacksmuster wird als Schutzrecht mit absoluter Sperrwirkung ausgestaltet

und erfährt dadurch eine wesentliche Aufwertung. Geschmacksmusterinhaber haben nunmehr das ausschließliche Recht, das Muster zu benutzen und Dritten zu verbieten, es ohne seine Zustimmung zu benutzen. Die maximale Schutzdauer wird auf 25 Jahre verlängert. Nähere Informationen zum Geschmacksmuster sowie Merkblätter und Formulare finden Sie auf der Website des DPMA unter www.dpma.de/infos/einsteiger/einsteiger_gsm01.html. +++

+++newsticker+++newsticker+++newsticker+++newsticker+++

■ Allgemeines

Kompetenzerhalt: Nukleare Sicherheitsforschung am Forschungszentrum Karlsruhe

Unabhängig von der Entscheidung über die zukünftige Nutzung der Kernenergie in Deutschland werden weiterhin sehr hohe Ansprüche an die Sicherheit der in Deutschland betriebenen kerntechnischen Einrichtungen und an die Behandlung und Entsorgung der radioaktiven Abfälle gestellt.

Am Forschungszentrum Karlsruhe werden im Rahmen des Programms Nukleare Sicherheitsforschung (NUKLEAR) wissenschaftliche Aspekte der Sicherheit von Kernreaktoren und der Sicherheit der Nuklearen Entsorgung untersucht. Die Ergebnisse dieser Arbeiten werden im öffentlichen Interesse umgesetzt, damit der hohe Sicherheitsstandard der in Deutschland betriebenen kerntechnischen Einrichtungen auch in Zukunft gewährleistet ist und höchsten internationalen Ansprüchen und Standards genügt. Im Programm NUKLEAR werden zwei Programmthemen bearbeitet: Im Rahmen der Sicherheitsforschung für Kernreaktoren werden die zur Zeit in Betrieb befindlichen Kernreaktoren im Hinblick auf Auslegungstörfälle, auslegungsüberschreitende Störfälle und mögliche radiologische Folgen

auf der Basis weiterentwickelter Forschungs- und Entwicklungsarbeiten untersucht und beurteilt. Der Bereich der Sicherheitsforschung zur Nuklearen Entsorgung umfasst vor allem Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zur Verringerung der Radiotoxizität hochradioaktiver Abfälle. Auch die Langzeitsicherheitsforschung der Endlagerung und Forschung zur Immobilisierung hochradioaktiver Abfälle wird hier betrieben. Zielsetzung ist eine sichere und dauerhafte Entsorgung der radioaktiven Abfälle und somit der Schutz heutiger und zukünftiger Generationen.

Im Jahr 2003 befand eine Gutachterkommission der Helmholtz-Gemeinschaft, dass hier eine einzigartige Wissenschaftsinfrastruktur besonders auch im Bereich des Programms NUKLEAR vorhanden ist. Eine wichtige

Aufgabe des Programms ist die Kompetenzerhaltung und -weiterentwicklung auf dem Gebiet der Nuklearen Sicherheit. Auch nach dem Ausstiegsbeschluss der Bundesregierung besteht über Jahrzehnte ein erheblicher Bedarf an Nachwuchskräften, um sowohl in der Industrie als auch bei Genehmigungsbehörden und Gutachtern höchstes wissenschaftliches und technisches Niveau auf dem Gebiet der Reaktorsicherheit und der Nuklearen Entsorgung zu gewährleisten. Die Kompetenz in der Nuklearen Sicherheitsforschung und ihre Anwendung auf nationale Fragestellungen kann aber nur durch wissenschaftliche und technische Mitarbeit in internationalen Forschungsprogrammen und relevanten Gre-

mien gewährleistet werden, wie sie im Forschungszentrum Karlsruhe forciert werden.



fordern Sie ihr kostenloses Exemplar jetzt an über unsere Faxantwort auf der letzten Seite!

■ Technologietransfer-Angebote

Lichtleitende Kunststoffe mit einstellbaren optischen Eigenschaften durch nanoskalige Materialien

Der Markt für mikrooptische Bauteile wächst stetig. In diesem Bereich werden immer häufiger Polymere wie Polymethylmethacrylat (PMMA) eingesetzt, da sie bei hoher Lichtdurchlässigkeit ein niedriges Gewicht und geringe Herstellungskosten vereinen. Allerdings ist der Brechungsindex von PMMA stark verschieden von dem anderer optischer Bauteile, wodurch an der Verbindungsstelle ein Verlust an Lichtstärke durch Reflexion entsteht.

Wissenschaftlern des Instituts für Materialforschung (IMF III) ist es nun gelungen, mit Hilfe von Füllstoffen

und verbesserten Verarbeitungsmethoden den Brechungsindex bei Erhaltung der Transparenz so zu verändern, dass dieser Verlust reduziert werden kann.

Nanoskalige Keramiken weisen einen Brechungsindex auf, der sich deutlich von PMMA unterscheidet. Die Dispersion dieser Materialien im Kunststoff erlaubt daher eine gezielte Modifikation desselben (Abb. 1). Dabei zeigt sich, dass der Brechungsindex von PMMA bei einer Wellenlänge von 633 nm durch die Zugabe von Aluminiumoxid, Zirkonoxid bzw. Titanoxid erhöht wird, aber mit amorphem SiO_2 (Aerosil®) erniedrigt werden kann. Die Kombination solcher Komposite erlaubt auf diese Weise die Herstellung eines polymeren Wellenleiters. Wird z.B. PMMA mit Aerosil® als Mantelmaterial und mit Aluminiumoxid im lichtleitenden Kern verwendet, reicht die resultierende Differenz im Brechungsindex aus, um einen monomodalen Wellenleiter herzustellen.

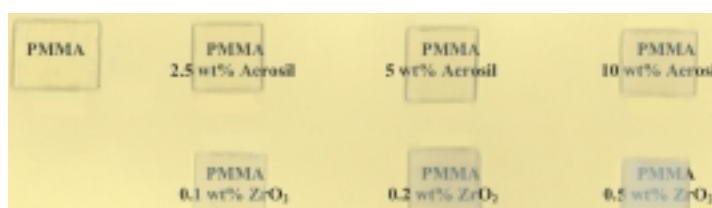


Abb. 1: Spritzgegossenes Musterbauteil aus modifiziertem Kunststoff unterschiedlicher Lichtdurchlässigkeit.

Ebenfalls sehr vielversprechend zeigen sich Prototypen, bei denen elektronenreiche organische Verbindungen als Füllstoff verwendet werden. Im Unterschied zu den nanoskaligen Keramikpulvern wird der Brechungsindex bei gleichbleibend hervorragender Lichtdurchlässigkeit stark angehoben.

Diese Ergebnisse sind sehr aussichtsreich für zukünftige optische und mikrooptische Anwendungen. Mit Hilfe eines deutlich erhöhten Brechungsindex von PMMA ohne signifikante Senkung der Transparenz kann der Verlust an Verbindungsstel-

len zum Beispiel zu Halbleiterbauteilen deutlich verringert werden.

Die neuartigen modifizierten Kunststoffe lassen sich sehr gut mittels Mikrospritzguss verarbeiten, so dass eine kostengünstige Fertigung möglich ist (Abb. 2).

Wir suchen Kooperationspartner, die Interesse haben, gemeinsam mit uns diese neue Technologie zur Anwendungsreife zu bringen. Falls Sie interessiert sind und weitere Informationen wünschen, melden Sie sich mit Hilfe des Fax-Antwortformulars auf der Rückseite!



Abb. 2: Dünne PMMA-Plättchen, gefüllt mit nanoskaligen Keramikpulvern.

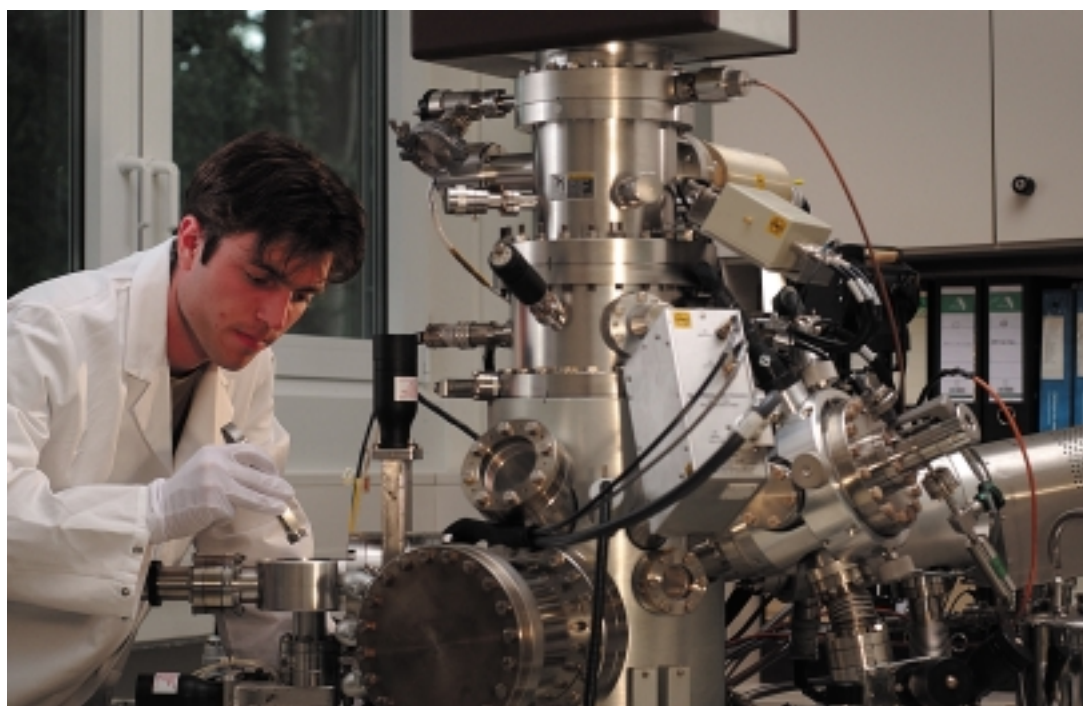
Analytikverbund im Forschungszentrum Karlsruhe

Teil 2: Oberflächen- und Mikrobereichsanalytik



Der Analytikverbund des Forschungszentrums Karlsruhe verfügt über umfangreiche Kompetenz in der Analytik, hochqualitative, moderne instrumentelle Ausstattung, hohe Qualitätsstandards und jahrzehntelanger 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 Oberflächen- und Mikrobereichsanalytik vor.

Die Oberflächenanalytik mit dem herausragenden Merkmal, Oberflächen- von Volumenphänomenen zu trennen, hat in den letzten zwei Dekaden über die vorwiegend grundlagenorientierten Anwendungen an Universitäten hinaus zunehmend Einsatz im industriellen Routinebetrieb gefunden. Werkstoffprüfung und -weiterentwicklung zur Verbesserung bestehender oder Entwicklung neuartiger Eigenschaften, für z.B. Verschleißfestigkeit, Korrosionsschutz oder Wärmeschutz, bedürfen im gleichen Maße oberflächenanalytische Informationen wie die Halbleitertechnologie oder die Mikrosystemtechnik mit ihrem Anspruch zur ständigen Bauteilminimierung. Auch die Veränderung von Feststoffen durch Atmosphären- oder Lösungskontakt ist ein Betätigungsfeld oberflächenanalytischer Methoden. Oft hat man es auch mit wenige Nanometer dicken Vielagensystemen unterschiedlichster Schichteigenschaften zu tun. Daher ist nicht nur die Identifizierung und Quantifizierung von Elementen und Verbindungen notwendig, sondern auch ihre Lokalisierung. Letztendlich ist die quantitative dreidimensionale



Blick auf die PHI 680 Scanning Auger Nano Probe, das Inset zeigt in der Analysenkammer ein komplett montiertes und funktionsfähiges Gassensor-Mikroarray wie es im Beitrag zum Kooperationsvertrag Forschungszentrum & SYSCA AG beschrieben wird.

Analyse gefragt, die für oberflächennahe Schichten des Festkörpers Struktur sowie Art und Menge der Komponenten angeben kann.

Der Analytikverbund bietet verschiedene oberflächensensitive Verfahren an, die im folgenden vorgestellt werden und deren Leistungsvermögen in der Tabelle zusammengefasst ist. Aufgrund der vielfältigen Fragestellungen in den beteiligten Instituten (Materialforschung, Umwelt, Mikrosystemtechnik, nukleare Entsorgung) und darüber hinaus durch Kooperationen mit externen Forschungseinrichtungen und Industrie steht eine interdisziplinäre, auf jahrzehntelanger Erfahrung basierende Expertise zur Verfügung. Der enge Kontakt aller Disziplinen innerhalb des Analytikverbunds ist prädestiniert für die Lösung komplexer Fragestellungen. Bei oberflächenanalytischen Verfahren werden die Bestandteile der Probenoberfläche durch elektromagnetische oder Teilchenstrahlung (Elektronen, Atome oder Ionen) zur Emission von Sekundärstrahlung oder/und Sekundärpartikeln angeregt. Die Oberflächen sensitivität ergibt sich dann

aus der jeweiligen Reichweite der Sekundäremission im Probenmaterial. Auf diese Weise erfasst die Analyse nur die Oberfläche in einer Tiefe von einigen Atomabständen. Allerdings ist sicherzustellen, dass die Teilchen nach Verlassen der Oberfläche ohne weitere Streuung das jeweilige Detektorsystem erreichen. Mit relativ großem apparativen Aufwand muss daher im Ultrahochvakuum ($p < 10^{-9}$ mbar) gearbeitet werden. Bereits bei 10^{-6} mbar kann innerhalb einer Sekunde eine Monolage aus dem Restgas adsorbiert werden. Während die Spektrometer für die massenspektrometrischen Verfahren und zum Teil auch für die Röntgen-Photoelektronenspektroskopie die Probengeometrie in engen Bereichen vorschreiben (max. 20 mm Durchmesser, einige Millimeter dick) ist die moderne Auger Nanosonde des Forschungszentrums ausgesprochen flexibel. So können mit ihr neben Flach- auch Rund- und Hohlformkörper charakterisiert werden.

Analysenmethode	XMA	XPS	AES	SIMS	SNMS	
Elementnachweis	Z > 4	Z > 2	Z > 2	alle Elemente	alle Elemente	
Verbindungsnachweis	nein	ja	wenig	ja	nein	
Elementverteilung (chemische Abbildung)	ja	ja	ja	ja	ja	
Strukturnachweis (physikalische Abbildung)	ja	nein	ja	bedingt	nein	
Informationstiefe	1-2 µm	5-10 nm	5-10 nm	statisch: 1 Monolage	ca. 10 nm	
Anregungsquelle	Elektronen	MgK α & AlK α	Elektronen	Ionen	Ionenplasma	
Probenveränderung	häufiger	kaum	häufiger	ja	ja	
Probenart	Festkörper (auch Pulver)	Festkörper (auch Pulver) radioaktive Proben	Festkörper (auch Pulver) keine el. Isolatoren	Festkörper (auch Pulver)	Festkörper (auch Pulver)	
Laterale Auflösung	1 µm	120 µm	< 20 nm	200 µm	200 µm (separate Ionenkanone)	
Nachweisgrenze (Standards notwendig)	< 0.01 At. %	0,1 - 1 At. %	0,1 - 1 At. %	Matrix-abhängigkeit	10 ppm für Metalle 100ppm für C, N, O	
	XPS	Röntgen- (X-ray) Photoelektronenspektroskopie				
	AES	Auger-Elektronenspektroskopie				
	SNMS	Sekundär-Neutraltischen-Massenspektrometrie				
	SIMS	Sekundär-Ionen-Massenspektrometrie (statisch = quasi kein Materialabtrag)				
	XMA	Röntgen-(X-ray) Mikroanalyse				

Leistungsvergleich der Methoden zur Oberflächenanalyse

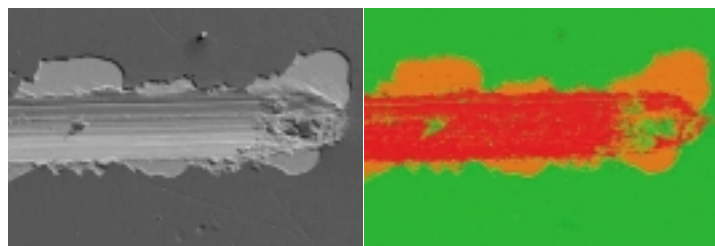
Bei der **Röntgen-Photoelektronenspektroskopie** (XPS) erfolgt die Anregung der Probenoberfläche mit charakteristischer Röntgenstrahlung. Dies führt zur Emission von Photoelektronen aus kernnahen Niveaus der Oberflächenelemente, die hinsichtlich ihrer kinetischen Energie spektroskopiert werden. Aus der Energiebilanz zur Anregungsenergie ergeben sich elementspezifische Bindungsenergien, die darüber hinaus Informationen über die chemische Umgebung enthalten. Damit lässt sich bis auf wenige Ausnahmen zerstörungsfrei das Elementinventar im Informationsvolumen quantifizieren und der chemische Bindungszustand identifizieren (Speziation), so gelingt u.a. die Identifizierung unterschiedlicher Oxide in Korrosionsschichten.

Die **Augerelektronenspektroskopie** (AES) nutzt einen gerasterten Elektronenstrahl zur primären Anregung, die Relaxation der Oberflächenelemente führt zur Emission von Augerelektronen. Deren Elementspezifität erlaubt die Identifizierung und Quantifizierung von Elementen, doch ist selten eine chemische Speziation wie bei XPS möglich. Dafür ist der Elektronenstrahl im Gegensatz zur Röntgenanregung sehr fein fokussierbar, was eine laterale Auflösung von < 20 nm ermöglicht, so dass z.B. Untersuchungen von Korngrenzen möglich sind. Zur Orientierung auf der Probe werden die gleichzeitig emittierten Sekundärelektronen genutzt, wie bei Rasterelektronenmikroskopen, zur physikalischen Abbildung der Oberfläche verwandt werden. Die Analyse der dazugehörigen Auger-Signale ergibt Elementverteilungsbilder der gleichen lateralen Auflösung. Durch Kombination mit materialab-

tragendem Ionenbeschuss (Sputtern) liefern Sputtertiefenprofile Aussagen über die Tiefenverteilung (max. 1µm) der am Schichtaufbau beteiligten Elemente. Allerdings geht für XPS in der Regel aufgrund des destruktiven Sputterns die chemische Information verloren. Größere Tiefenbereiche bis hin zu einigen mm werden mit AES-Linienprofilen an Schräg- oder Querschliffen erfasst.

Das Funktionsprinzip der **Massenspektrometrie** (MS) beruht auf der massensensitiven Detektion der durch Ionenbeschuss von der Oberfläche einer Probe abgelösten Atome (SNMS) oder Ionen (SIMS). Unter Berücksichtigung des kontinuierlichen Materialabtrags wird es mit diesen Methoden möglich, dünne Schichtsysteme mit Schichtdicken von einigen nm bis in den µm-Bereich tiefenaufgelöst auf ihren Element- oder Verbindungsgehalt zu untersuchen. Da beim Zerstäubungsvorgang hauptsächlich neutrale Atome die Probe verlassen, kann mit SNMS zuverlässig die Elementkonzentration bestimmt werden. So kann die im FZK vorhandene Plasma-SNMS-Anlage mit einer typischen Tiefenauflösung von etwa 10 nm und einer Nachweisgrenze in der Elementkonzentrationsbestimmung von teilweise unter 10 ppm aufwarten. Zwar ist SIMS aufgrund der starken Abhängigkeit der Menge der von der Probe kommenden Ionen von der lokalen chemischen Umgebung („Matrixeffekt“) in der Regel nicht in der Lage quantitative Aussagen zu treffen, jedoch sind mittels der ebenfalls von der Probe stammenden, ionisierten Verbindungsfragmente Informationen über die in der Probe enthaltenen Verbindungen zu bekommen. Außerdem ist im Gegensatz zum großflächig (ca.

1 cm²) abtragenden Plasma-SNMS über die Verwendung einer die Probenoberfläche abtrasternden Ionenkanone bei SIMS auch eine lateral aufgelöste Analyse möglich. Ein enormer Vorteil beider Methoden besteht darin, dass sämtliche Elemente, insbesondere auch Wasserstoff, der Analyse zugänglich sind.



Sekundärelektronenbild (links) und Auger-Elementverteilungsbild (rechts) von einem Scratchtest zur Untersuchung der Haftung von Oberflächenbeschichtungen (Schichtabfolge: Kohlenstoff / Titancarbid / Titan)

Die Anwendungsgebiete der Massenspektrometrie sind vielfältig und umfassen nicht nur die Untersuchung industriell hergestellter Schichtsysteme z.B. zur Kontrolle oder Fehleranalyse in Herstellungsprozessen, sondern insbesondere auch Fragen zur Umweltanalytik, was bereits in einer Reihe eigener Untersuchungen demonstriert wurde: Struktur und Zusammensetzung von Schichten, die auf Meersalz- oder anderen in der Atmosphäre vorkommenden Aerosolpartikeln abgelagert sind, geben Auskunft über deren Klimawirkung. Die Analyse von Feinstaubemissionen wird zur Herkunftsbestimmung genutzt. Die Untersuchung von Rauchpartikeln in Brandqualm ermöglichte eine Beurteilung des Gefährdungspotentials von Brandrauch. Die Veränderung der allergenen Wirkung von Pollen lässt sich über die Analyse der äußersten Schichten von Pollen abschätzen, die mit verschiedenen Gasen wie Ozon oder Stickoxyden präpariert wurden. Unter Verwendung chemometrischer Methoden lassen sich Dieselruße von Fahrzeugen verschiedener Hersteller eindeutig zuordnen.

Die **Röntgen-Mikronanalyse** (XMA) ist eine seit Jahrzehnten bewährte analytische Methode für den Mikrometerbereich. Anregungsquelle ist wie bei AES ein feinfokussierter Elektronenstrahl, als Messgröße wird die von der Probe emittierte (element-)charakteristische Röntgenstrahlung genutzt. Aufgrund der größeren Reichweite von Röntgenstrahlen im Festkörper liegt die Ortsauflösung im µm-Bereich. Nachweisempfindlichkeit und Quantifizierbarkeit sind da-

gegen den oberflächensensitiven Verfahren überlegen. Auch bei XMA werden die gleichzeitig emittierten Sekundärelektronen bei gerastertem Anregungsstrahl zur topographischen Beurteilung sowie zur Orientierung benutzt. Trotz der Elektronenstrahlanregung können mit XMA auch kompakte Isolatoren untersucht wer-

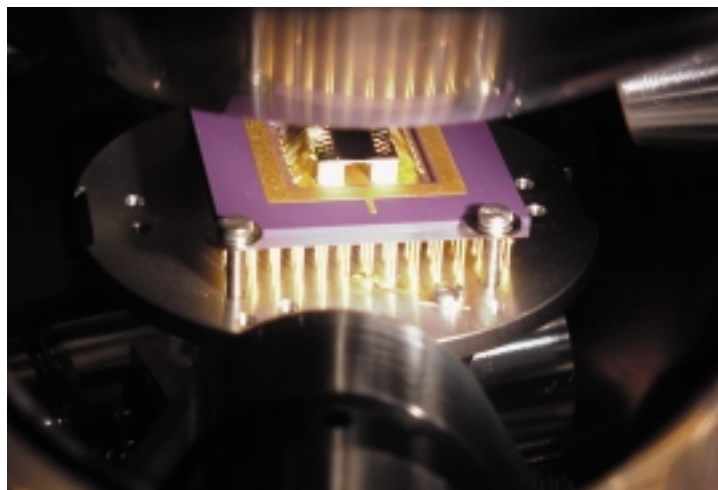
den, wenn deren Oberfläche mit einer wenige nm dicken Leitschicht aus Gold oder Kohlenstoff überzogen werden. Generell sollte die zu untersuchende Schicht eine Mindestdicke von 1 µm aufweisen um undefinierte Beiträge aus dem Substrat zu vermeiden.

Die Mikrosonde hat ihre Stärke in der sehr guten Nachweisempfindlichkeit und Quantifizierbarkeit und findet deshalb vorwiegend Einsatz in der Spurenanalytik an Festkörperoberflächen bei Phasenanalysen, Oberflächenvergütung von Stählen oder Hartstoffschichten für Werkzeuge. Wenn dieser Artikel auch die Spezialitäten der einzelnen Verfahren in den Vordergrund stellt, ist für eine umfassende Charakterisierung oft die Kombination unabhängiger Methoden unabdingbar, diese Vorgehensweise ist im Forschungszentrum tägliche Praxis. Wünschen Sie einen tieferen Einblick in die Thematik? Dann nutzen Sie doch den von unserem Fortbildungszentrum angebotenen

Workshop Praktische Oberflächenanalytik (Kennziffer T250, 07.-08.10.2004, Kursgebühr 585.- €, Kontakt: 0747 82-4044 oder 4045)! www.fortbildung.fzk.de

Das detaillierte Angebot finden Sie unter: www.fzk.de/analytikverbund oder nehmen Sie direkt Kontakt mit uns auf: analytikverbund@fzk.de

In der nächsten Ausgabe des „r2b marktplatz“ stellen wir **Topographische Methoden** im Bereich **Oberflächenanalytik** vor.



Austrittstiefen von Elektronen und charakteristischer Röntgenstrahlung nach Anregung einer Festkörperoberfläche mit einem fokussierten Elektronenstrahl

■ Technologietransfer-Angebote

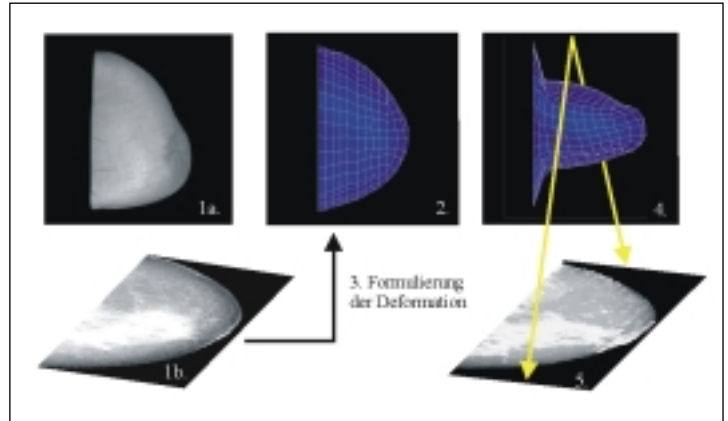
Tumore im Visier!

Die Registrierung von Röntgenmammogrammen und Magnet Resonanz (MR) Volumina der weiblichen Brust ermöglicht die Unterstützung multimodaler Diagnose und Behandlung von Brustkrebs durch eine automatische Lokalisierung kleiner Läsionen, die nur in jeweils einem der Verfahren sichtbar sind.

Das zentrale Problem der Überlagerung ist die unbekannte Deformation der Brust in 3D während der Mammographie, die darüber hinaus noch sehr patientenspezifisch ist. Um dieses Problem zu lösen wird ein 3D Finite Elemente Modell der Brust so deformiert, dass das Resultat der Deformation eine gute Näherung für die im Mammogramm projizierte Brust darstellt. Prinzipiell können dabei die unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften der Gewebearten der

Brust, z.B. Drüsen- und Fettgewebe, in der Simulation berücksichtigt werden. Mit diesem Verfahren konnte die Lokalisierung von Läsionen in sechs klinischen Datensätzen gegenüber eines einfachen rigiden Ansatzes um 78 % bzw. 94 % verbessert werden. Die Genauigkeit der Position der registrierten Läsion ist nach einer ersten Evaluierung mit 5 mm Abweichung sogar ausreichend, um kleinste im MR Tomogramm sichtbare Tumore zu lokalisieren. In allen Fällen liegt der Mittelpunkt die registrierten Läsion innerhalb die tatsächlichen Läsion und ist daher auch für die Positionierung bei der Biopsie geeignet. Diese sehr guten Ergebnisse werden nun mit einer größeren Anzahl von Datensätzen im Rahmen einer klinischen Studie evaluiert.

Detaillierte Informationen können Sie mit der Fax-Antwort auf der letzten Seite anfordern. Wir sind an Kooperationspartnern interessiert!



Vorgehen bei der Registrierung: 1a) MR-Volumen und 1b) Röntgenmammogramm. 2) Patientenspezifische Geometrie des Simulationsmodells. 3) Formulierung der Deformation. 4) FEM Simulation. 5) Projektion des MR-Volumens der deformierten Brust. Diese kann direkt mit dem entsprechenden Röntgenmammogramm (1b) verglichen werden.

■ Allgemeines

Veranstaltung

Heißes Werkzeug – Heißprägen von Mikrostrukturen

Beim Heißprägen wird ein mikrostrukturiertes Werkzeug (Formeinsatz) in einer evakuierten Kammer mit hoher Kraft in eine thermoplastische Kunststoffolie hineingedrückt, die über ihre Erweichungstemperatur erhitzt ist. Der Kunststoff füllt den Formeinsatz aus und bildet die Mikrostrukturen detailgetreu ab. Anschließend wird der Aufbau abgekühlt und der Formeinsatz aus dem Kunststoff gezogen.

Diese Heißprägetechnik erlaubt einen sehr einfachen Anlagenaufbau, der sich vorteilhaft auswirkt bei Umbauten und Modifikationen am Werkzeug und der Anlage. Dies resultiert in sehr kurzen Rüstzeiten. Bei der Verwendung von standardisierten



Die Wickert WMP 1000 - Die erste Heißprägemaschine, speziell entwickelt für den Ein-satz in der industriellen Fertigung von Mikrostrukturen.

Formeinsatzformaten genügen wenige Minuten für einen Werkzeugwechsel. Aus diesem Grund hat sich die Heißprägetechnik insbesondere für die schnelle Herstellung kleiner Stückzahlen, Abmusterung neuer Formeinsätze und beim Materialscreening bei neuen Mikrobauteilen bewährt: typische Aufgaben eines Rapid Prototyping Verfahrens.

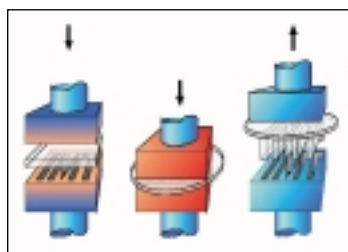
Doch mit der Heißprägetechnik ist noch viel mehr möglich! Ersetzt man die Gegendruckplatte durch einen weiteren mikrostrukturierten Formeinsatz lassen sich beidseitig abgeformte Teile herstellen, eine interes-

sante Erweiterung besonders im Bereich fluidischer Strukturen. Dabei ist zu beachten, dass die Strukturen zueinander justiert sein müssen, also die Möglichkeit bestehen muss, die beiden Werkzeughälften auszurichten. Ein weiteres Sonderverfahren, das sich aus der einfachen Heißprägetechnik ableiten lässt ist das Heißprägen von Verbundschichten. Ersetzt man das einfache Kunststoffhalbzeug durch einen Verbund von mehreren Folien lassen sich interessante Effekte erzielen. Als zweites Material im Verbund kann sogar eine metallische Leiterbahn auf der Oberfläche des

Kunststoffhalbzeugs aufgebracht sein.

Durch eine entsprechende Gestaltung des Abformwerkzeuges lassen sich Strukturdetails bis zu Bruchteilen von Mikrometern (Submikrometerbereich) abbilden. Die Heißprägetechnik ist so auch eine interessante Möglichkeit Oberflächen mit Nanostrukturen zu gestalten.

Wir sind an Kooperationspartnern und Lizenznehmern interessiert!



Drei typische Phasen des Heißprägeprozesses: Erhitzen des Kunststoffs und des Formeinsatzes (links), Prägen (Mitte) und Abkühlen und Entformen (rechts)

Kommen Sie doch vorbei und informieren Sie sich vor Ort über die Vorteile der Heißprägetechnik! Lassen Sie sich von unseren Experten den Einsatz und Anwendungsgebiete der Mikroheißprägetechnik demonstrieren und erleben sie verschiedene Heißprägeanlagen führender Hersteller in unseren Applikationslabors! Wir laden Sie ein am **Donnerstag, den 14.10.2004, 11.00 Uhr** zu uns auf das Gelände des Forschungszentrums! Lernen Sie das Heißprägen in verschiedenen Variationen kennen und kommen Sie bei einem Imbiss mit unseren Wissenschaftlern direkt ins Gespräch. Melden Sie sich jetzt an über unser Faxformular auf der letzten Seite!

■ Allgemeines

Veranstaltung

Tag der offenen Tür im Forschungszentrum am 18.09.2004

Das Forschungszentrum Karlsruhe öffnet seine Pforten! Dabei möchte es an den Erfolg des Jahres 2002 anknüpfen, bei dem rund 40.000 Gäste das 2 km² große Gelände des Forschungszentrums besuchten. Im Vordergrund stehen die wissenschaft-

lichen Arbeiten, Forschungseinrichtungen und technische Infrastruktur in den fünf Forschungsbereichen Struktur der Materie, Erde und Umwelt, Gesundheit, Energie und Schlüsseltechnologien. Populärwissenschaftliche Vorträge führen in viele spannen-

de Themen ein und machen Zusammenhänge transparent. Neben Forschung und Entwicklung, Technik und Werkstätten wird es auch wieder ein spannendes Rahmenprogramm mit Unterhaltung geben. Selbstverständlich sollen bei aller Information

und Unterhaltung auch das leibliche Wohl nicht zu kurz kommen.

Notieren Sie sich diesen Termin - wir freuen uns auf Ihren Besuch! Für Vorabinformationen benutzen Sie bitte den Fax-Abwurf auf der letzten Seite.

3. ANKA-Nutzertreffen



vom 23.-24.09.2004

Das ANKA-Team lädt alle Nutzer der Synchrotronstrahlenquelle zum 3. Nutzertreffen ins Forschungszentrum Karlsruhe ein. Seit Mitte 2000 ist der Speicherring von ANKA mit 2.5GeV in Betrieb. Den Nutzern stehen 9 beamlines mit 10 experimentellen Stationen seit Anfang 2002 zur Verfügung. Während des zweitägigen Pro-

gramms können Interessierte aus Industrie und Wissenschaft die Synchrotronstrahlenquelle ANKA besichtigen, Vorträge zu den neuesten Forschungsergebnissen hören und Erfahrungen austauschen. Die Veranstaltung wird in Englisch abgehalten. Anmeldung und Informationen über: hikwww1.fzk.de/anka

Wasserstoffsicherheit für Europa – Info-Event am 27.10.2004

Mit der Eröffnung einer neuen Versuchsanlage entsteht am Forschungszentrum Karlsruhe das größte Zentrum für Wasserstoffsicherheitsforschung in Europa. Mit einem Info-Event für Industriepartner und Medienvertreter eröffnet das Forschungszentrum Karlsruhe am Mittwoch, den 27. Oktober seine neue Großanlage für die Wasserstoffsicherheitsforschung. Das neue Technikum umfasst einen Prüfstandsraum für großskalige Wasserstoff-Freisetzungsversuche sowie zwei riesige Stahltanks im Freigelände, die für Wasserstoffverteilungs- und -verbrennungsexperimente zur Verfügung stehen. Die neue Versuchsanlage erweitert die umfassenden Kompetenzen des Forschungszentrums auf dem Gebiet der numerischen Simulation zur Sicherheitsbewertung beim Umgang mit Wasserstoff. Unmittelbar vor Ort können derartige Simulationen nun experimentell abgesichert werden. Die Arbeiten sind eingebettet

in das EU-weite, vom Forschungszentrum koordinierte Network of Excellence „HySafe“. Damit entsteht in Karlsruhe Europas größtes und vielseitigstes Zentrum für die Wasserstoffsicherheitsforschung – ausgelegt sowohl für die Grundlagen- wie für die Industrieforschung. Entwickeln neuartiger H₂-Systeme, z.B. im Automobilbau oder in der Energiewirtschaft, bietet es bestmögliche Unterstützung beim Risikomanagement ihrer Produkte und maximale Kundenakzeptanz durch geprüfte Sicherheit.

Sie wollen mehr über „Wasserstoffsicherheit made in Karlsruhe“ erfahren? Dann seien Sie **am Mittwoch, den 27.10.** dabei! **Um 11.00 Uhr** (bis ca. 14.00 Uhr) erwarten Sie Infos aus erster Hand, spannende Vorführungen in der neuen Versuchshalle, die Möglichkeit zu individuellen Fachgesprächen sowie ein Mittagimbiss.

Mineralogische Jahrestagung vom 19.-22.09.2004

Die Deutsche Mineralogische Gesellschaft und der Deutschen Ton- und Tonmineralgruppe veranstalten gemeinsam eine Jahrestagung an der Universität Karlsruhe. Das vielfältige Spektrum der Mineralogie wird in 12 Symposien und Plenarvorträgen dar-

gestellt und so der angewandten Mineralogie als auch der geowissenschaftlichen Grundlagenforschung eine breite Plattform geboten. Weitere Informationen unter: www.dmg2004.de

7. Internationale Tritium-Konferenz

vom 12.-17.09.2004

Im September findet die 7th International Conference on Tritium Science and Technology im Kongresshaus Baden-Baden statt. Die Konferenz wird vom Forschungszentrum Karlsruhe und der EURATOM Fusion Association organisiert und führt die lange Tradition von internationalen Treffen fort. Ziel der Konferenz ist der inten-

sive Informationsaustausch auf dem Gebiet der Tritium Forschung sowie Nutzung in seinen verschiedenen Anwendungsgebieten. Die Konferenz richtet sich sowohl an Wissenschaftler wie auch Ingenieure und Anwender. Nähere Informationen entnehmen Sie bitte im Internet unter: tritium2004.fzk.de



Wasserstoff-Explosionsversuch in der PET-Anlage (Partially vented Explosion Tube).

■ Schlüsseltechnologien

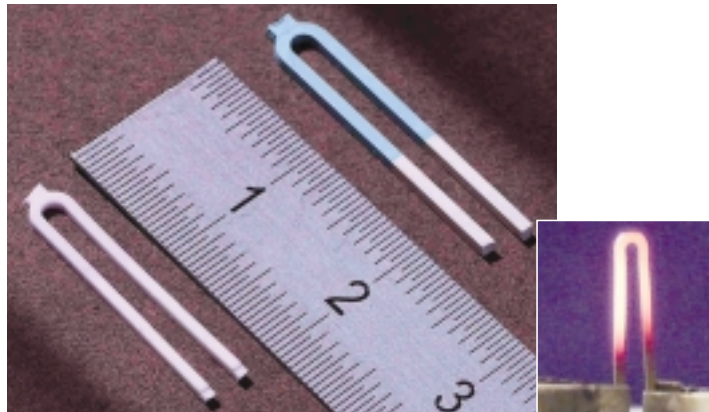
Projektpartner gesucht!

Zwei-Komponenten-Pulver-Spritzgießen für die Produktion von Mikrobauteilen

Im Rahmen des vom BMBF geförderten Verbundprojekts „Multifunktionale Werkstoffe für Mikroteile durch Mehrkomponenten-Pulverspritzgießen“ wurde ein pulvertechnologisches Verfahren zur Herstellung von multifunktionalen Mikroteilen aus je zwei Metallen oder Keramiken in einem Formgebungsschritt entwickelt. Wesentliche Aspekte des Projekts waren die Auswahl der Pulver und Binder sowie die Entwicklung aufeinander abgestimmter Formmassen für das Mikro-Pulverspritzgießen. Ein weiterer Schwerpunkt lag auf der Optimierung der Werkzeug-, Formgebungs-, Entbindungs- und Sintertechnik für Mehrkomponentenbauteile. Durch Werkstoffe unterschiedlicher Eigenschaften konnte die Integration verschiedener Funktionen in einem Bauteil direkt während der Formgebung ohne zusätzlichen Montageschritt erreicht werden.

Das Mikro-Pulverspritzgießen kann grundsätzlich auf alle Werkstoffe übertragen werden, die in geeigneter Pulverform zur Verfügung stehen. Das Verfahren erschließt somit zahlreiche neue Materialien für den Einsatz in der Mikrotechnik. Für die An-

wendung unserer verfahrenstechnischen Entwicklung suchen wir Unternehmen mit Produktideen, beispielsweise als Partner in einem geplanten BMBF-Projekt. Wir freuen uns über Ihre Kontaktaufnahme. Nutzen Sie dafür bitte das Faxformular.



Haarnadelförmiger Mikro-Heizer aus zwei Keramiken unterschiedlicher elektrischer Leitfähigkeiten (Mischungen aus Al_2O_3 und TiN). Die Fügeflächen zwischen den beiden Werkstoffen liegen im gesinterten Zustand zwischen $0,4 \times 0,4 \text{ mm}^2$ und $0,8 \times 0,8 \text{ mm}^2$.

KONTAKT

**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

IMPRESSUM

Redaktion:
Dr. Thomas Windmann
Dipl.-Kffr. Christina Männel

Gestaltung:
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:

Nachrichtenheft:
Nukleare Sicherheitsforschung

Technologietransfer-Angebote:

- Lichtleitende Kunststoffe
- Tumore im Visier! – Mammografie
- Zwei-Komponenten-Pulver-Spritzguß

Veranstaltungen

- Anmeldung – Heißes Werkzeug – Heißprägen von Mikrostrukturen
- Anmeldung – Wasserstoffsicherheit für Europa
- Information – Tag der offenen Tür am Forschungszentrum Karlsruhe

Sonstige Wünsche

Absender:

Name

Firma

Straße

PLZ/Ort

Telefon

E-Mail