

# RESEARCH TO BUSINESS

Kunden-Newsletter Innovation

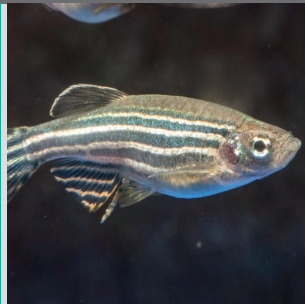
Ausgabe 1|2014



## FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG

ArtiMinds entwickelt eine Software für die intuitive Programmierung von Robotern.

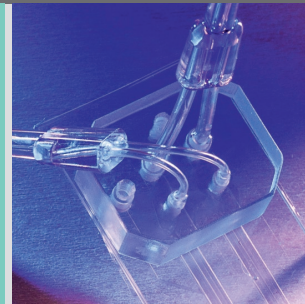
Seite 2



## TECHNOLOGIE-TRANSFER

Ein sensorgesteuerter Fütterungsautomat versorgt kleine Fische mit Futter.

Seite 4



## TECHNOLOGIE-TRANSFER

Mikrofluidisches System hilft bei der Erforschung von Krebserkrankungen.

Seite 5

## Besuchen Sie das KIT auf der Hannover Messe 2014

Mit unserem Tagesticket für Fachbesucher haben Sie freien Eintritt zur Messe.

Vom 7. bis 11. April präsentiert das KIT aktuelle Technologieangebote und Innovationen. Eine Übersicht über die KIT-Ausstellungen finden Sie unter der eingeklebten Eintrittskarte.

### KIT-Technologiebörse

Die Technologiebörse RESEARCH TO BUSINESS bietet Ihnen über 100 aktuelle Technologieangebote. Entdecken Sie, was Wissenschaftler aus dem KIT erfunden haben und wie daraus neue Technologien,

Verfahren und Produkte für Ihr Unternehmen entstehen können.

### Materialprüfung mit Röntgenstrahlung

Mithilfe der Synchrotronstrahlungsquelle ANKA erstellen KIT-Experten hochaufgelöste Übersichtsbilder, beispielsweise von Siliziumkristallen beziehungsweise Wafern für die Halbleiterindustrie. Sogar dreidimensionale Röntgenbilder, die ein 3D-Drucker direkt in Modelle umwandeln kann, sind möglich.

### Erneuerbare Energien

Wie kann Strom bedarfsgerecht zur Verfügung gestellt werden? Das Projektteam von Competence E arbeitet an einer Pilotanlage, um Lithium-Ionen-Speicher im Zusammenspiel mit Sonnen- und Windenergie zu erforschen.

### Lichtenergie für Sensoren

Glasfasern haben gegenüber Kupferkabeln Vorteile: geringe Störfälligkeit, Blitzsicherheit und hohe Übertragungskapazitäten. Eine KIT-

Ausgründung entwickelt Sensoren, die zur Energieversorgung und Datenübertragung Glasfaserkabel einsetzen.

### Einstellbare Schwingungen

Maschinenbauer am KIT haben einen Leichtbauschlitten entwickelt, dessen Eigenfrequenz sich durch Befüllen von Kammern mit Flüssigkeiten einstellen lässt. Maschinenschwingungen werden so an die Bearbeitung angepasst. Dies ermöglicht Produktivitätssteigerungen.

### Mit dem Gratisticket sichern Sie sich kostenlosen Zugang zur Messe.

Bitte beachten Sie, dass Sie Ihr Ticket online registrieren müssen. Weitere Informationen finden Sie unter [www.hannovermesse.de](http://www.hannovermesse.de)

#### Halle 2, Stand C16

Leitmesse Research and Technology  
KIT-Hauptstand

#### Halle 2, Stand A01

Leitmesse Research and Technology  
Ermüdungsfeste Bauteile nach dem Vorbild der Natur

#### Halle 2, Stand D36

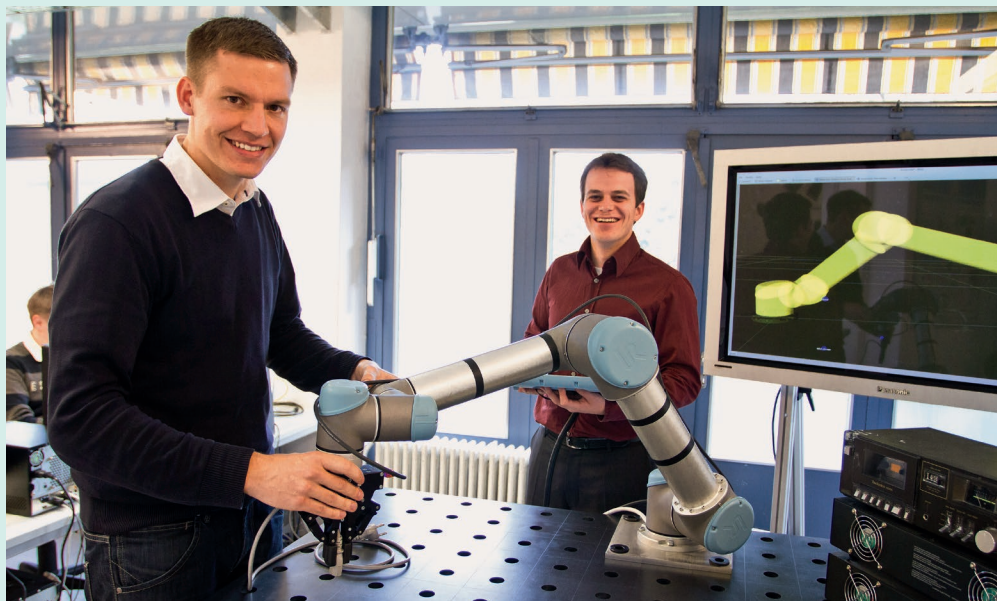
Leitmesse Research and Technology  
Beteiligung des KIT auf dem VDI-Stand

#### Halle 6, Stand D44

Leitmesse Industrial Supply  
Rennwagen von KA-Racelng /  
Greifer für Kohlenstofffaserverbunde

#### Halle 13, Stand C50

Leitmesse Energy  
Supraleitung in der Energietechnik



Rainer Jäkel (links) und Sven Schmidt-Rohr (rechts) zeigen, wie sich die Bewegung eines Roboterarms intuitiv programmieren lässt.

## Roboter werden flexibel

Die KIT-Ausgründung ArtiMinds Robotics GmbH entwickelt eine Software, mit der sich Roboter schnell und intuitiv programmieren lassen.

Roboter haben ihn schon immer fasziniert: „Ich bin froh, dass ich mich nach dem Abitur für die Robotik als Studienfach entscheiden habe“, sagt Sven Schmidt-Rohr, einer der drei Gründer von ArtiMinds. Die im August 2013 gegründete ArtiMinds Robotics GmbH entwickelt Software, mit der Endanwender auch komplexe Bewegungen und Aufgaben eines Roboters selbst programmieren können.

Seit den sechziger Jahren sind Computer immer leichter, leistungsfähiger und kostengünstiger geworden. „In den letzten Jahren sehen wir eine ähnliche Entwicklung auf dem Markt für Industrieroboter“, sagt Sven Schmidt-Rohr. Noch bis vor einigen Jahren beherrschten schwere, teure und fest installierte Industrieroboter den Markt.

Diese mussten von Experten aufwändig für eine spezifische Aufgabe programmiert werden und rentierten sich nur bei der Serienfertigung mit großen Stückzahlen und immer gleichen Prozessabläufen.

Die von ArtiMinds entwickelte plattformabhängige Software ist perfekt auf eine neue Generation von flexiblen Industrierobotern abgestimmt und macht Endanwendern die Programmierung leicht. Soll ein Roboterarm eine Greif- und Drehbewegung ausführen, so führt zunächst ein Mensch den Roboterarm. Aus den Daten der geführten Bewegung generiert die Software ein Bewegungsprogramm. Diese Bewegungsdaten können mithilfe von 3D-Grafiken dargestellt und bei Bedarf manuell modi-

fiziert oder automatisch optimiert werden. Der Roboterarm kann zudem flexibel auf Sensordaten reagieren. Damit eröffnen sich ganz neue Anwendungsfelder: Teile, deren Maße nicht immer ganz gleich sind, können von sensiblen Roboterhänden bearbeitet werden; leichtgewichtige, mobile Roboter können durch die Produktionshalle fahren und Maschinen bestücken oder warten; Werkstücke können von Menschen und Robotern gemeinsam bearbeitet werden. Die Idee zur Gründung von ArtiMinds entstand am KIT. Die drei Gründer Sven R. Schmidt-Rohr, Rainer Jäkel und Gerhard Dirschl haben sich schon als Studenten und Mitarbeiter am Institut für Anthropomatik bei Professor Rüdiger Dillmann mit der intuitiven Programmierung von Robotern beschäftigt. Auch jetzt ist die Nähe zum KIT aus Sicht der Gründer ein großer Vorteil: „Wir sind in die junge Gründerszene am KIT eingebunden und profitieren neben der Förderung durch ein EXIST-Stipendium vom regen Austausch der Gründer untereinander.“ Auch an motiviertem und bestens ausgebildetem Nachwuchs fehlt es im KIT-Umfeld nicht. Der Ingenieur Schmidt-Rohr kümmert sich nun intensiv um die nächsten Schritte: in Pilotprojekten zusammen mit Industriepartnern die Software weiterzuentwickeln und deren Praxistauglichkeit zu testen.

### KONTAKT

Dr.-Ing. Sven R. Schmidt-Rohr  
 ArtiMinds Robotics GmbH  
 Kolberger Straße 16A, 76139 Karlsruhe  
 E-Mail: sven.schmidt-rohr@artiminds.com  
 Telefon: +49 179 4900562  
 www.artiminds.com

### WEITERE INFORMATIONEN

- Nutzen Sie beiliegende Faxantwort

## »»»» NEUES AUS DER FORSCHUNG

### »»»» Prüfung von Brückenseilen

Im gesamten deutschen Straßennetz gibt es fast 40.000 Brücken. Um deren Sicherheit zu gewährleisten, sind regelmäßige Inspektionen erforderlich. Forscher des Instituts für Massivbau und Baustofftechnologie (IMB) des KIT haben dazu das Verfahren ResoBridge entwickelt. Es misst bei extern vorgespannten Betonbrücken die Schwingungen in den Spannseilen. Mit dem neuen Messverfahren ist es möglich, Betonbrücken bei laufendem Verkehr innerhalb nur eines Tages zu überprüfen. Damit vereinfachen die KIT-Forscher die vorausschauende Instandhaltung von Infrastruktur in Deutschland.

[www.kit.edu/besuchen/pi\\_2014\\_14403.php](http://www.kit.edu/besuchen/pi_2014_14403.php)

### »»»» Smart-Data-Spitzenforschung

Die in Zusammenarbeit zwischen Industrie und Wissenschaft konzipierte und am KIT betriebene Forschungsplattform Smart Data Innovation Lab (SDIL) schlägt eine Brücke zwischen Forschung und Anwendung von Informationstechnologie für große Datenmengen. Durch die Bereitstellung einer Höchstleistungsinfrastruktur sowie von Daten aus Industrieprozessen werden wichtige Voraussetzungen für die Spitzenforschung im Bereich Big Data geschaffen. Projekte werden sich im ersten Schritt auf die strategischen Forschungsfelder Industrie 4.0, Energiewende, Smart Cities und personalisierte Medizin beziehen.

[www.kit.edu/besuchen/pi\\_2014\\_14408.php](http://www.kit.edu/besuchen/pi_2014_14408.php)

### »»»» Stabilste Leichtbaumaterialien

KIT-Forscher stellen stabilste Leichtbaumaterialien mit Mikrostruktur vor. Die Dichte der Materialien ist geringer als die von Wasser und dennoch ist ihre Belastbarkeit im Verhältnis zum Gewicht höher als zum Beispiel bei Hochleistungsstahl oder Aluminium. Inspiriert sind die Leichtbaumaterialien von der Fachwerkstruktur von Knochen und der Schalenbauweise von Bienenwaben. Um die Strukturen herzustellen, wurde die 3D-Laserlithographie genutzt. Laserstrahlen härten die gewünschte mikrometergroße Struktur in einem Photolack aus. Anschließend wird diese mit einer Keramik beschichtet.

[www.kit.edu/besuchen/pi\\_2014\\_14594.php](http://www.kit.edu/besuchen/pi_2014_14594.php)

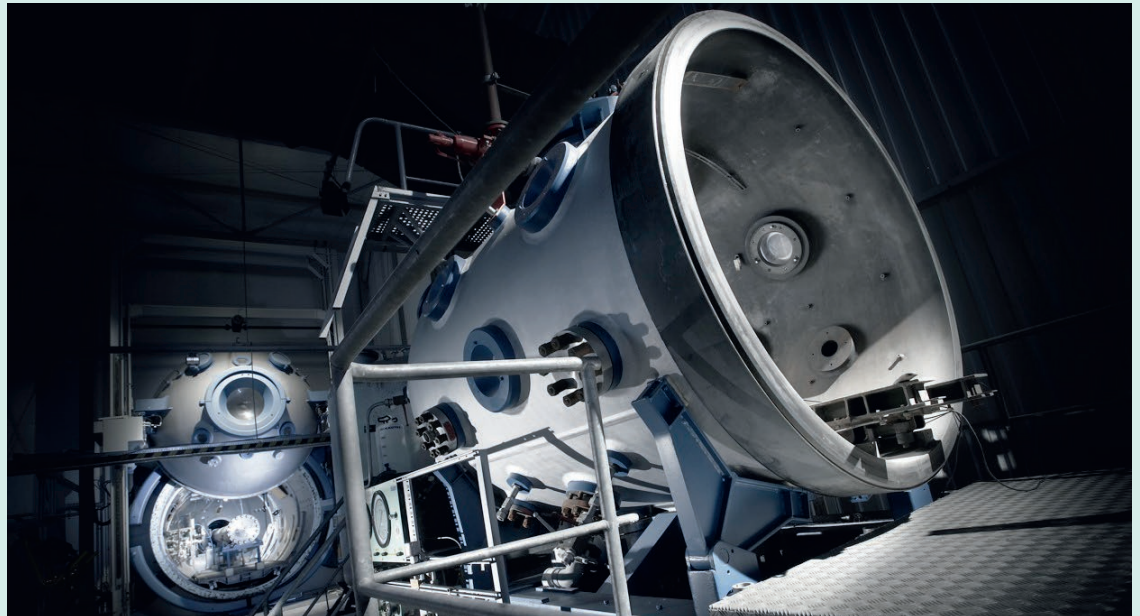
## Dem Knallgas auf der Spur

Die Simulationsprogramme GASFLOW und COM3D berechnen die Explosionsgefahr von Wasserstoff-Luft-Gemischen.

KIT-Forscher beschäftigen sich gegenwärtig intensiv mit der Frage, wie wir in Zukunft unsere Energieversorgung sichern. „Der Trend geht zu gasförmigen Energieträgern, wie beispielsweise Erdgas oder auch Wasserstoff“, sagt Thomas Jordan, Leiter der Forschungsgruppe Wasserstoff am Institut für Kern- und Energietechnik (IKET) des KIT. Diese Gase haben den Vorteil, dass sie weit mehr Energie pro Gewicht speichern als flüssige Energielieferanten. Darüber hinaus produzieren sie bei der Verbrennung weniger Kohlendioxid. Im Fall von Wasserstoff wird sogar überhaupt kein Kohlendioxid produziert, denn es verbrennt mit Sauerstoff zu reinem Wasser. Damit ist Wasserstoff ein sauberer und gleichzeitig sehr flexibel einsetzbarer, chemischer Energiespeicher. Einige Automobilhersteller entwickeln daher Elektrofahrzeuge, die mithilfe von Brennstoffzellen aus Wasserstoff und Sauerstoff Strom produzieren. Am KIT wird diese hocheffiziente Energieversorgung schon praktisch eingesetzt: Dort fahren seit 2013 mit Wasserstoff betriebene Shuttle-Busse.

### Explosionsgefahr durch Knallgas

Wasserstoff bildet mit Luftsauerstoff ein explosives Gemisch: das aus dem Chemieunterricht bekannte Knallgas. Explosiv ist die Mischung allerdings nur bei einem Anteil von 10 bis 50 Prozent Wasserstoff in der Luft. Ein explosives Wasserstoff-Luft-Gemisch stellt jedoch nicht nur für die entstehende Wasserstoffwirtschaft ein Gefahrenpotenzial dar. Bei Unfällen mit Kernreaktoren spielt Wasserstoff oft eine entscheidende Rolle. Fällt in einem wassergekühlten Reaktor das Kühlsystem aus, so wird an der überhitzten Metallhülle der Kernbrennstäbe Wasserdampf zu



Im Wasserstoff-Versuchszentrum können Ergebnisse der Simulationen mit GASFLOW und COM3D experimentell überprüft werden.

Wasserstoff chemisch reduziert. Gelangt der Wasserstoff aus dem Reaktorkern in den Sicherheitsbehälter und trifft dort auf Sauerstoff, so kann es wie in Fukushima zu einer Explosion kommen, die das Reaktorgebäude zerstört.

### Wissenschaftlicher Explosionsschutz mit GASFLOW und COM3D

Um Unfälle wie in Fukushima zu verhindern, haben KIT-Forscher des Instituts für Kern- und Energietechnik (IKET) die Softwarepakete GASFLOW und COM3D entwickelt. Das Programm GASFLOW simuliert die Ausbreitung bzw. Vermischung von Gasen, beispielsweise Wasserstoff, in geschlossenen Behältern oder komplexen Gebäuden. Physiker verwenden zur Beschreibung von solchen Gasströmen Modellgleichungen, hier die Navier-Stokes-Gleichungen. Zur Lösung wird meist ein mathematischer Trick angewendet: Der Raum, in dem die Gasausbreitung berechnet

werden soll, also zum Beispiel ein Sicherheitsbehälter, wird in kleine Volumeneinheiten zerlegt. Mit dieser „Finite-Volumen“ genannten Lösungsmethode ist es möglich, die Bewegung und Vermischung von unterschiedlichen Gasen, überlagerte Phasenübergänge und chemische Reaktionen zu beschreiben und die Ergebnisse grafisch darzustellen. So lässt sich erkennen, ob und in welchem Bereich der Anlage beispielsweise ein explosives Wasserstoff-Luft-Gemisch vorhanden ist. Mit COM3D können Ingenieure die aus der Verbrennung dieser Gemische resultierenden Druck- und Temperaturbelastungen auf Gebäudestrukturen und die Umgebung bestimmen.

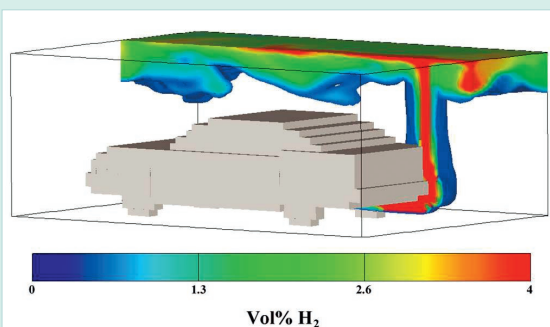
### Erfolgreicher Technologietransfer

Für GASFLOW gibt es bereits etwa 15 Lizenznehmer weltweit. Nachfrage besteht derzeit insbesondere in Asien. Die Lizenzen wurden bisher an Unternehmen vergeben, die kerntechnische Anlagen planen, bauen oder betreiben, aber auch an Aufsichtsbehörden und Forschungseinrichtungen. „GASFLOW und COM3D sind Beispiele dafür, wie sich mit proprietärer Software erfolgreich Technologietransfer betreiben lässt“, sagt Dirk Feuchter vom KIT-Innovationsmanagement. Das KIT hat für die Lizenznehmer eine User Group ins Leben gerufen. Für deren Mitglieder wird neben Software-Updates und techni-

chem Support einmal pro Jahr ein Treffen angeboten, auf dem Neuerungen vorgestellt und mögliche Weiterentwicklungen der Software diskutiert werden.

### Unternehmensgründung simaps

Auf Basis der GASFLOW- und COM3D-Software bietet die KIT-Ausgründung simaps Sicherheitsanalysen an. Für Anlagen, in denen brennbare Gase oder Stäube auftreten, berechnet simaps deren Ausbreitung und schätzt Risiken ab. Ein mögliches Szenario: Ein Wasserstofffahrzeug hat ein Leck im Tank. Wie breitet sich das Gas in einem Tunnel oder in einer Garage aus? Falls ein explosives Gemisch entstehen kann, müssen Sicherheitsmaßnahmen getroffen werden, beispielsweise das Aufbringen von Wasserstoff zersetzenden Katalysatoren auf Decken oder Wänden. Die Ergebnisse von Simulationen und die Wirksamkeit von Sicherheitsmaßnahmen können Ingenieure zudem in dem gemeinsam von simaps und dem KIT genutzten Wasserstoff-Versuchszentrum experimentell überprüfen.



Aus einem Leck im Tank eines Wasserstofffahrzeugs strömt Wasserstoff aus. Durch die Vermischung mit Luftsauerstoff bildet sich in einer Garage ein explosives Gemisch, das als farbige Wolke dargestellt ist.

### WEITERE INFORMATIONEN

- Nutzen Sie beiliegende Faxantwort
- [www.iket.kit.edu](http://www.iket.kit.edu)
- [www.simaps.de](http://www.simaps.de)
- [www.hycodes.net](http://www.hycodes.net)
- [www.kit.edu/kooperieren/H2shuttle.php](http://www.kit.edu/kooperieren/H2shuttle.php)

## Fische füttern sich selbst

Ein Fütterungsautomat mit Sensor senkt Kosten und Aufwand für die Aufzucht kleiner Fische.

Davon träumt wohl jeder Aquarienbesitzer: Fische, die immer bestens mit Futter versorgt sind – sogar während des Urlaubs. Für Labormitarbeiter bedeutet eine automatische Fütterung ebenfalls eine große Arbeitserleichterung, auch weil sie nicht mehr am Wochenende ins Labor müssen, um für Futternachschub zu sorgen.

Das Institut für Toxikologie und Genetik (ITG) am KIT betreibt mehrere Tausend Aquarien, in denen jeweils etwa zehn bis zwanzig Fische leben. All diese Fische müssen mehrmals täglich gefüttert werden. Natürlich können die KIT-Mitarbeiter, genau wie die Besitzer von Heimaquarien, in jedes Aquarium einige Flocken Fischfutter streuen. Bei dieser manuellen Fütterung besteht aber immer die Gefahr, dass zu viel oder zu wenig Futter im Aquarium landet. Bei Futterüberdosierung sinkt die Wasserqualität und die Aquarien müssen mit mehr Aufwand gereinigt werden. Bei einem zu geringen Futterangebot vermehren sich die Fische langsamer. Bislang erhältliche Fütterungsautomaten sind entweder nur für relativ große Fischarten von Fischfarmen

ausgelegt oder sie sind teuer in der Anschaffung. Forscher des Instituts für Toxikologie und Genetik (ITG) setzen seit neuestem in einigen ihrer Aquarien ein selbst entwickeltes Fütterungssystem ein. Bei diesem System entscheiden die Fische selbst, wann und wie viel sie zu fressen



Zebrafische lernen rasch, das automatische Fütterungssystem zu bedienen. Bei Biologen sind die nur etwa drei Zentimeter großen Fische sehr beliebt, denn sie sind robust und vermehren sich schnell.

bekommen. Wenn ein Fisch in einen bestimmten Bereich seines Aquariums schwimmt, löst er einen Sensor aus, der die Ausschüttung von Futter bewirkt. Biologen haben beobachtet, dass die Fische innerhalb von wenigen Tagen lernen, das Futtersystem zu bedienen und dass sie tatsächlich nur so viel Futter verlangen, wie sie benötigen. Mit dem System kann das Institut die Ausgaben für die Fischzucht reduzieren: Es spart Kosten für Personal, verringert den Aufwand für die Reinigung der Aquarien und senkt häufig auch die Ausgaben für Futter.

Das Fütterungssystem ist kompakt, technisch sehr einfach und daher kostengünstig. Die Anwendungsmöglichkeiten sind vielfältig: vom Heimaquarium über das Zoofachgeschäft bis zur großen Fischzuchtanlage. Das KIT sucht Partner, die das System als Serienprodukt auf den Markt bringen.

### ARTIKEL INTERESSANT FÜR

- Aquarienausrüster
- Tierhandlungen
- Forschungseinrichtungen
- Labore
- Fischfarmen

### WEITERE INFORMATIONEN

- Nutzen Sie beiliegende Faxantwort

## Beschädigungsfreie Verbindung von transparenten Polymerbauteilen

Laserschweißen löst Klebe- und Heiztechniken beim Verbinden von Kunststoffen ab.

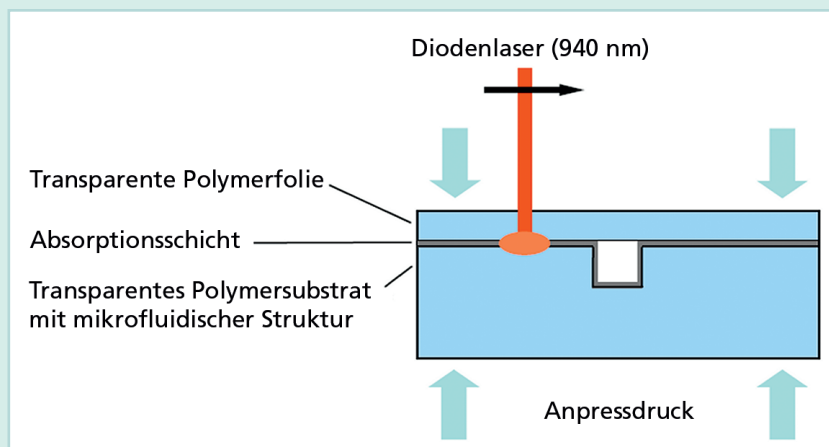
Verbindungen von Kunststoffteilen mit höchsten visuellen Ansprüchen werden immer wichtiger, insbesondere in der Medizintechnik, wo es auf eine besonders sichere und hygienische Verarbeitung ankommt. Neben konventionellen Verbindungstechniken, wie Kleben, Ultraschall-, Vibrations- oder Heizelementschweißen, gewinnt das sogenannte Laserdurchstrahlenschweißverfahren an Bedeutung. Das Verfahren basiert auf unterschiedlichen optischen Absorptionseigenschaften der Bauteile. Eines der zu verbindenden Bauteile ist transparent für die vom Laser ein-

gesetzte Wellenlänge, das andere absorbiert die Laserenergie. Die im absorbierenden Bauteil entstehende Wärme überträgt sich auf das andere Bauteil. Beide Werkstoffe schmelzen in der Kontaktzone auf, sodass eine Schweißnaht mit hoher Festigkeit entsteht. Dieses bestehende Verfahren ist jedoch nicht auf Mikrostrukturen anwendbar, da die Strukturen und, je nach Anwendungsfall, auch kleine Bauteile durch Deformation oder Rissbildung beeinträchtigt werden können.

Das Laserdurchstrahlenschweißen wurde am Institut für Angewandte Materialien (IAM-AWP) zu

einem mikrosystemtauglichen Verfahren weiterentwickelt, das transparente Werkstoffe aus Kunststoff materialschonend miteinander verbindet, ohne dabei die Mikrostrukturen zu beschädigen. Dabei werden Absorptionsschichten mit Dicken von wenigen Nanometern auf die zu verbindenden Flächen aufgetragen. Mit leichtem Anpressdruck werden die Bauteile zueinander positioniert. Die Absorptionsschicht wird mit einem Laserstrahl an der zu fügenden Stelle beaufschlagt, sodass sich diese erwärmt und die beiden Werkstücke miteinander schlüssig verbindet. Die Ausbreitung der Wärmeeinflusszone beim Schweißprozess lässt sich räumlich begrenzen, sodass Mikrostrukturen erhalten bleiben und Systemfunktionen nicht beeinträchtigt werden.

Nahezu jeder Thermoplast kann verwendet werden, beispielsweise PMMA, COC, PC, PEEK, PS, PP, PE. Zudem sind Kombinationen unterschiedlicher Polymere und eine Verbindung von dicken und dünnen Polymeren, beispielsweise von Folien mit einer Dicke von unter 100 Mikrometern, möglich. Der Laserprozess ist zudem abriebfrei und benötigt keine Zusatzstoffe wie Kleber. Das KIT sucht Partner zum industriellen Einsatz des Verfahrens.



Schematische Darstellung des Laserdurchstrahlenschweißens mit einer nanometerdicken Absorptionsschicht.

### ARTIKEL INTERESSANT FÜR

- Bioanalytik
- Mikroverfahrenstechnik
- Mikrofluidik
- Gentechnik

### WEITERE INFORMATIONEN

- Nutzen Sie beiliegende Faxantwort

## Massenproduktion von hochpräzisen Mikrobauteilen

Winzige Zahnräder, Puzzleteile oder Ziffern lassen sich mit einem neuen Spritzgusswerkzeug effizient produzieren.

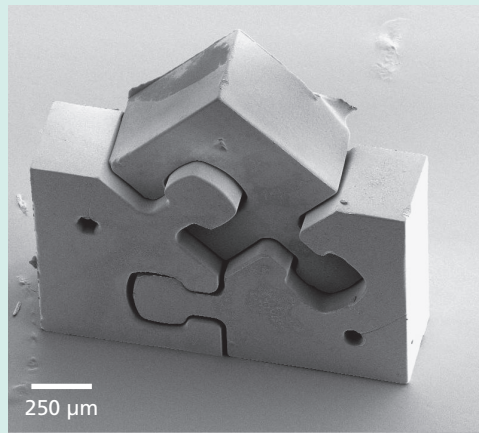
Die Nachfrage nach hochpräzisen Mikrobauteilen steigt. Sie ermöglichen in der Medizintechnik den Bau immer kleinerer Diagnosegeräte. Auch in der Feinmechanik, beispielsweise bei der Herstellung von Uhren oder optischen Geräten, sind solche Winzlinge unverzichtbar.

Die bislang etablierte Mikrospritzgusstechnik benötigt eine Trägerplatte, auf der die Bauteile wie ein Relief sitzen. Eine solche Platte von der Größe einer Visitenkarte kann, abhängig von der Bauteilgröße, Platz für über 700 Bauteile bieten. Ein Nachteil des bisherigen Verfahrens ist, dass die Teile in einem zeit- und kostenintensiven Arbeitsschritt von der Trägerplatte getrennt werden müssen.

KIT-Wissenschaftler des Instituts für Mikrostrukturtechnik (IMT) und des Instituts für Angewandte Materialien – Werkstoffprozessertechnik (IAM-WPT) haben ein Verfahren entwickelt, mit dem direkt einzelne Mikrobauteile im Spritzgussverfahren hergestellt werden können.

In das am KIT entwickelte Spritzgusswerkzeug wird Formmasse, ein heiß formbarer Kunststoff, über ein Angussystem in einen Mikroformein-

satz eingespritzt. Nach dem Abkühlen und Erhitzen des Kunststoffs wird das Werkzeug einen kleinen Spalt breit geöffnet. Dadurch wird das Mikrobauteil, noch am Anguss hängend, etwas



Die im Spritzgussverfahren hergestellten Mikrobauteile sind nur etwa ein Millimeter hoch und so präzise, dass sie sich wie ein Puzzle ineinander stecken lassen.

aus der Form gezogen. Anschließend dreht ein Antrieb den Mikroformeinsatz, um den Anguss zu entfernen. Das winzige Bauteil kann dann von einem Entnahmemodul aufgenommen werden.

Für eine effiziente und flexible Produktion stecken mehrere Mikroformeinsätze in einer Trägerplatte und können so schnell und einfach einzeln ausgewechselt werden. Die Einsätze sind Metallzylinder, in deren Mitte unter der Lupe die Mikrostruktur als Vertiefung zu erkennen ist. Die am KIT röntgenlithographisch hergestellten Formeinsätze zeichnen sich durch eine hohe Oberflächengüte und nahezu senkrechte Seitenwände aus und eignen sich daher zur Produktion von hochpräzisen Mikrobauteilen.

KIT-Wissenschaftler haben einen Prototyp des Mikrospritzgusswerkzeugs gebaut und suchen Partner zur Weiterentwicklung und zum industriellen Einsatz des Verfahrens.

### ARTIKEL INTERESSANT FÜR

- Maschinenbau
- Kunststoffherstellung
- Medizintechnik
- Optik
- Feinmechanik

### WEITERE INFORMATIONEN

- Nutzen Sie beiliegende Faxantwort

## Künstliche Blutgefäße für die Krebsforschung

Mikrofluidisches System ermöglicht die In-vitro-Simulation von Metastasenbildung.

Krebserkrankungen sind insbesondere deshalb so gefährlich, weil Tumore Metastasen bilden können. Krebszellen wandern dabei ins Blut, durchdringen die Wand der feinsten Blutgefäße und bilden in anderen Organen Tochter Tumore. Mithilfe der In-vitro-Simulation erforschen Mediziner daher die Wanderung von Krebszellen durch die Blutgefäße.

Bisher stand lediglich ein ‚Boyden-Kammer‘ genanntes Zellkulturgefäß für solche Simulationen zur Verfügung. In der Boyden-Kammer herrschen statische Bedingungen. Für das Verständnis der Abläufe in Blutgefäßen ist es jedoch wichtig, auch die Strömung des Blutes zu berücksichtigen.

Am Institut für Mikrostrukturtechnik (IMT) des KIT wurde ein mikrofluidisches System entwickelt, das die Vorgänge in den kleinen Blutgefäßen unter Berücksichtigung der Strömungsmechanik abbildet.

Das System besteht aus zwei dünnen Plättchen aus transparentem Kunststoff. In die obere Platte sind, den kleinen Blutgefäßen nachempfunden, haarfeine Kanäle eingearbeitet, die von Flüssigkeiten durchströmt werden können. In der unteren Platte befinden sich Kammern,



Das am KIT entwickelte mikrofluidische System aus dem biokompatiblen Kunststoff Polycarbonat erlaubt die In-vitro-Simulation von Abläufen in kleinsten Blutgefäßen.

die mit einer zellhaltigen Flüssigkeit befüllt werden können und das umgebende Gewebe simulieren. Zwischen beiden Platten befindet sich eine transparente, mit Poren versehene Membran.

Für die Erforschung der Metastasenbildung verwenden Mediziner mit Krebszellen kontaminierte Blutproben und besäen die Membran mit Endothelzellen, die im menschlichen Körper die Wände der Blutgefäße auskleiden. Die Krebszellen heften sich an die Endothelzellen. Einige werden durch die Strömung weggespült, anderen gelingt es jedoch, haften zu bleiben, die Endothelzellen beiseite zu schieben, sich durch die Poren der Membran zu zwängen und so in eine der unteren Kammern zu gelangen. Diese Wanderung der Krebszellen können die Forscher präzise mit dem Mikroskop beobachten.

Neben der Krebsforschung eignet sich das mikrofluidische System auch für den Einsatz in der Entzündungs- und Gerinnungsforschung. Das KIT sucht Partner zur Weiterentwicklung und Serienfertigung des Systems.

### ARTIKEL INTERESSANT FÜR

- Medizin
- Medizintechnik
- Pharmazeutische Industrie
- Biolabore
- Kunststofffertigung

### WEITERE INFORMATIONEN

- Nutzen Sie beiliegende Faxantwort

## Nanopelz trennt Öl von Wasser

Nanostrukturierte Kunststoffolie zum Einsatz bei Ölkatastrophen.

Nach Unfällen mit Öltankern oder Ölplattformen auf hoher See stellt die umweltverträgliche Trennung von Öl und Wasser eine große technische Herausforderung dar. Zur Beseitigung eines Ölteppichs werden momentan unterschiedliche Verfahren eingesetzt: Das Verbrennen des Öls sowie die Beschleunigung der natürlichen Zersetzung durch die Zugabe von Dispergiermitteln ziehen eine bedenkliche Umweltbelastung und Gesundheitsrisiken nach sich. Daher wird der Ölteppich nach Möglichkeit abgeschöpft. Dabei werden oft noch natürliche Materialien zur Trennung der Öl-Wasser-Emulsion eingesetzt, zum Beispiel Sägespäne. Diese nehmen jedoch

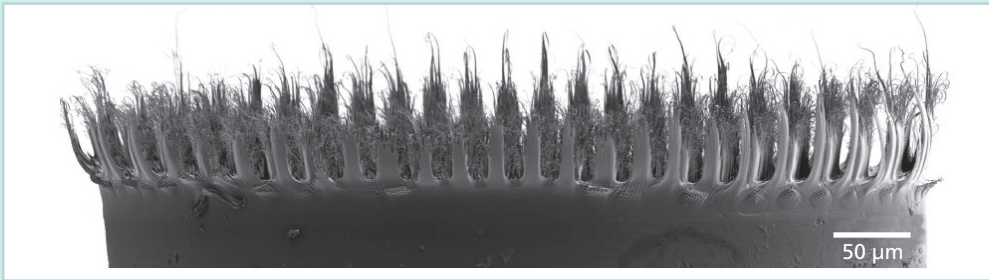
mehr Wasser als Öl auf und sind daher wenig effektiv. Alternative kommerziell erhältliche Materialien, wie zum Beispiel Schäume oder Polypropylen-Matten, nehmen zwar in hohem Maße Öl auf, sind jedoch entweder leicht entflammbar, instabil oder halten das Öl nicht lange genug zurück.

Wissenschaftler aus dem Institut für Mikrostrukturtechnik (IMT) des KIT haben einen Ansatz entwickelt, der Öl und Wasser ohne Nachteile effektiv trennt. Der ‚Nanopelz‘ nutzt eine Abwandlung des am KIT untersuchten ‚Salvinia®-Effekts‘, der durch eine spezielle Anordnung von Mikrostrukturen dafür sorgt, dass die Blätter des

Wasserfarns Salvinia auch unter Wasser trocken bleiben. Die KIT-Wissenschaftler haben auf einer Kunststoffolie eine ähnliche Oberfläche nachgebildet und deren Struktur so umgearbeitet, dass sie Öl aufnimmt und Wasser abweist. Dies geschieht durch ungleichmäßig verteilte Kunststoffmikrohärchen, die um Krater auf der Oberfläche verteilt sind. So kann eine Polymerfolie ganzflächig als Öl-Wasser-Trennfolie eingesetzt werden.

Die Herstellung des Formeinsatzes, der zur Produktion des Nanopelzes benötigt wird, ist relativ einfach und lässt sich großtechnisch auslegen: Um die Stahlform herzustellen, wird eine Stahlplatte zur Erzeugung winziger Krater auf Nano- und Mikrometerskala sandgestrahlt. In diesen Formkörper wird eine Polymerfolie eingelegt, die Stahlform wird erhitzt. Nimmt man diese im noch erhitzten Zustand ab, zieht der warme Kunststoff Fäden. So entsteht der benötigte Nanopelz.

Das KIT arbeitet an einem Prototypen und sucht Partner zur Produktentwicklung.



Durch Kunststoffmikrohärchen, die ungleichmäßig um Krater auf der Oberfläche verteilt sind, weist die Polymerfolie Wasser ab und nimmt Öl auf.

### ARTIKEL INTERESSANT FÜR

- Umwelttechnik
- Entsorgung
- Abfall- und Abwasserentsorgung
- Kunststoffindustrie

### WEITERE INFORMATIONEN

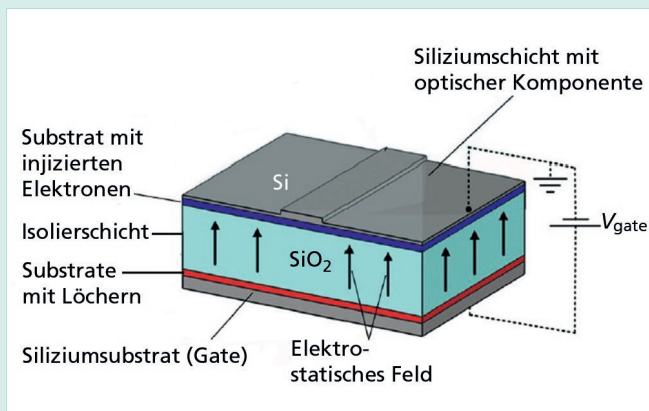
- Nutzen Sie beiliegende Faxantwort

## Elektroneninjektionen beschleunigen Datenübertragung

Hochleitfähige Halbleiterelektroden für die optische Telekommunikation.

Transparente Halbleiterelektroden werden in schnellen elektrooptischen Modulatoren eingesetzt. Diese werden in der optischen Telekommunikation benötigt, um einem Trägerlichtstrahl (zum Beispiel Laser) ein Datensignal aufzumodulieren, also die Amplitude oder Frequenz des Trägersignals zu verändern. Modulatoren finden auch in schnellen Lichtsensoren (Photodetektoren), wie zum Beispiel in Kameras, Einsatz. Elek-

trooptische Halbleiterkomponenten benötigen eine gut leitende elektrische Verbindung zwischen dem optischen Wellenleiter und dem elektrischen Teil. Die hierzu für Halbleiter etablierte Lösung ist die Erhöhung der Ionenkonzentration in dem Halbleiter durch Ionenimplantation (Dotierung), denn eine höhere Ionenkonzentration bedeutet höhere Leitfähigkeit und damit eine höhere Geschwindigkeit der Signalübertragung.



Die Leitfähigkeit der oberen Siliziumschicht mit der optischen Komponente wird durch die Elektroneninjektion erhöht.

Das Problem der Ionenimplantation ist jedoch, dass diese Verluste bei der optischen Signalübertragung verursacht. Je stärker die Dotierung, umso stärker die optischen Verluste. Wegen dieser Verluste lässt sich die Ionenimplantation dann zwar erfolgreich für elektronische Komponenten nutzen, ist aber für optische Komponenten nicht die optimale Lösung.

Um dieses Problem zu lösen, wurde im Institut für Photonik und Quantenelektronik (IPQ) als Alternative zur Ionenimplantation das bereits bekannte Phänomen der Elektroneninjektion

eingesetzt und erstmals für optische Komponenten anwendbar gemacht. Die Elektrode besteht aus dem unteren Siliziumsubstrat (Gate), einer oberen Siliziumschicht mit der optischen Komponente und einer Isolierschicht in der Mitte. Zwischen den beiden Siliziumschichten wird ein elektrostatisches Feld aufgebaut. Dann werden in den Grenzbereich der Halbleiter-Isolierschicht Elektronen injiziert. Da dort keine Störungen auftreten (geringe Dotierung), sind die Ladungen, die eingebracht werden, sehr mobil und reduzieren wirkungsvoll den Widerstand mit nur geringen optischen Verlusten. Am KIT konnten durch diese Technologie erstmals Siliziummodulatoren mit einer Frequenz bis zu 100 Gigahertz (3 Dezibel Bandbreite) realisiert werden.

Lizenznehmer für die transparente Halbleiterelektrode werden vor allem im Bereich der Halbleiterindustrie sowie in der Nachrichten- und Elektrotechnik gesucht.

### ARTIKEL INTERESSANT FÜR

- Halbleiterindustrie
- Nachrichtentechnik
- Elektrotechnik
- Elektronik

### WEITERE INFORMATIONEN

- Nutzen Sie beiliegende Faxantwort

Eine Technologieinformation des Karlsruher Instituts für Technologie in Zusammenarbeit mit der Technologie-Lizenz-Büro (TLB) der Baden-Württembergischen Hochschulen GmbH

## Nanogläser

KIT-Wissenschaftler entwickeln eine amorphe Festkörperstruktur mit neuartigen Eigenschaften.

Nanogläser können in Zukunft möglicherweise dazu beitragen, dass Batterien und Brennstoffzellen effizienter und sicherer werden. Eine Idee ist, flüssige Elektrolyte, beispielsweise in Lithium-Ionen-Batterien, durch die neuartigen Festkörper zu ersetzen.

Als metallische Gläser bezeichnet man amorphe, also ungeordnete, Strukturen mit überwiegend metallischen Komponenten oder Legierungen aus Metallen. Solche Materialien werden seit mehr als 50 Jahren durch sehr schnelles Abschrecken aus der Schmelze hergestellt, so dass die atomare Struktur der ungeordneten Schmelze im Festkörper erhalten bleibt. In ähnlicher Weise werden seit Jahrhunderten Oxidgläser, wie Fensterglas, hergestellt, allerdings bei sehr viel geringeren Abkühlgeschwindigkeiten als bei metallischen Gläsern.

Ein wesentliches Merkmal aller Gläser ist das erhöhte freie Volumen, also die verringerte Dichte der Gläser im Vergleich zum kristallinen Zustand. Durch bisher bekannte Herstellungsprozesse, wie das Abschrecken der Glasschmelze, können das freie Volumen und damit die physikalischen Eigenschaften nur in sehr begrenztem Umfang beeinflusst werden.

Wissenschaftlern am Institut für Nanotechnologie (INT) ist es gelungen, metallische Gläser herzustellen, die sich durch ein deutlich erhöhtes freies Volumen gegenüber den durch Abschrecken hergestellten Gläsern auszeichnen. Dies ist möglich durch ein innovatives Herstellungsverfahren, bei dem in einem ersten Schritt amorphe Nanopartikel erzeugt werden, die anschließend im zweiten Schritt bei hohem Druck kompaktiert werden. Dabei entsteht eine zweiphasige Struktur mit Bereichen hoher (Kerne der Nanopartikel) und niedriger Dichte (Grenzflächen).

Die plastische Verformbarkeit eines metallischen Nanoglasses unterscheidet sich drastisch von der eines durch Abschrecken hergestellten Glases mit der gleichen chemischen Zusammensetzung. Das abgeschreckte Glas neigt bei mechanischer Belastung zu einem spröden Verhalten, während das Nanoglas ausgedehnte Plastizität aufweist. Bei den magnetischen Eigenschaften ist der Unterschied im Verhalten sogar noch ausgeprägter: der schnell abgeschreckte Zustand ist paramagnetisch, während die kompaktierten Nanopartikel ein ferromagnetisches Verhalten bei Raumtemperatur aufweisen.

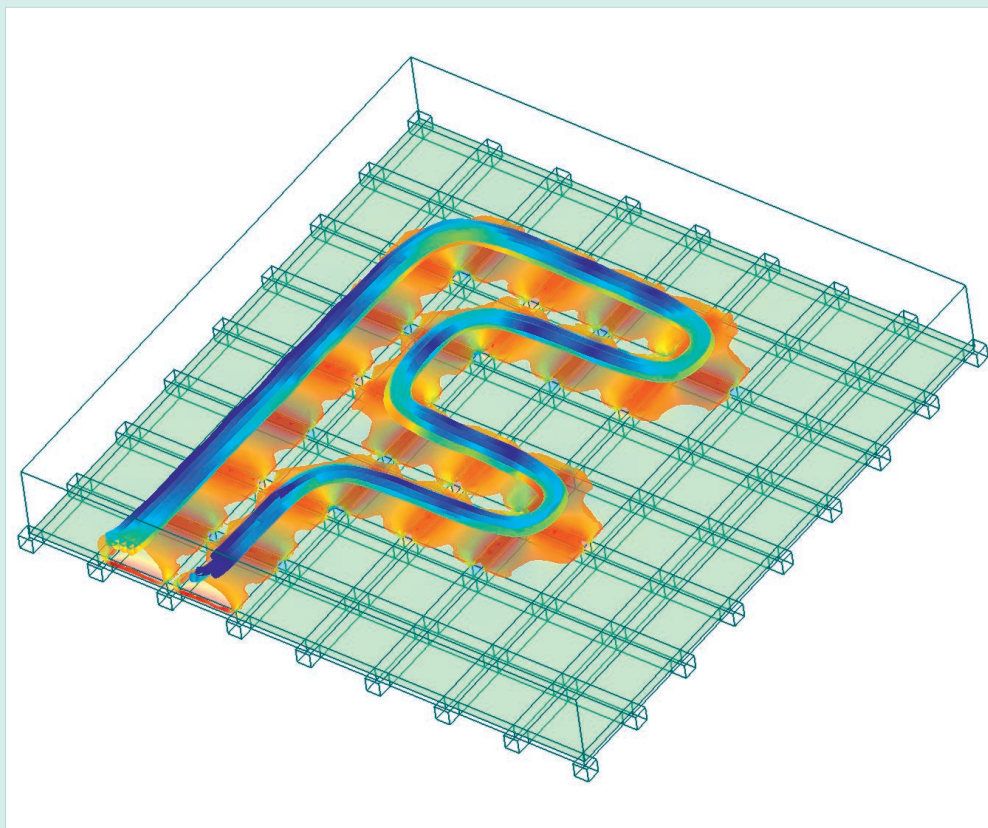
Das KIT sucht Partner zum industriellen Einsatz von Nanogläsern.

### ARTIKEL INTERESSANT FÜR

- Nano- und Mikrotechnologie
- Mikroelektronik
- Energietechnik

### WEITERE INFORMATIONEN

- Nutzen Sie beiliegende Faxantwort



Auf der Oberfläche des mikrofluidischen Chips können beliebige Strömungsverläufe verwirklicht werden.

## Flüssigkeiten auf dem Förderband

Ein neuartiger mikrofluidischer Chip kann für komplexe Analyseaufgaben so flexibel programmiert werden wie ein Computerchip.

Viele Analysen in der Medizin, Pharmazie und Chemie können heute unter Verwendung mikrofluidischer Chips durchgeführt werden, die auch als Lab-On-A-Chip bezeichnet werden.

Bislang wird für jede Anwendung ein individueller Chip entworfen, in dem die Flüssigkeiten durch winzige Kanäle gepumpt werden. Kleine Stückzahlen und aufwändige Mikrofertigerungsverfahren führen jedoch zu hohen Herstellungskosten. Eine Alternative könnte der Transport von Flüssigkeiten durch elektrische Felder, also die Elektroosmose, sein. Allerdings sind dazu so hohe Spannungen notwendig, dass sich die Flüssigkeiten stark erwärmen oder durch Elektrolyse zersetzt werden können.

Wissenschaftler des Instituts für Kern- und Energietechnik (IKET) haben einen mikrofluidischen Chip entwickelt, bei dem Flüssigkeiten wie auf einem Förderband transportiert werden. Der aus einem Halbleitermaterial gefertigte Chip ist wie ein Schachbrett in winzige Quadrate aufgeteilt. Jedes dieser Quadrate hat eine seinen Nachbarquadraten entgegengesetzte Oberflächenladung. In das Halbleitermaterial sind außerdem Elektroden eingelassen, die in jedem Quadrat ein elektrisches Feld erzeugen können. Gibt man eine Flüssigkeit, beispielsweise Wasser, auf den Chip, so werden deren geladene Teilchen zur Chipoberfläche mit jeweils entgegengesetzter Ladung gezogen. Die Ladungsträger in der so entstandenen elektrischen Doppelschicht

werden vom elektrischen Feld bewegt und ziehen, aufgrund der Viskosität der Flüssigkeit, einen Flüssigkeitsstrom nach sich. Die Flüssigkeit kann somit entlang einer Bahn von Quadraten mit alternierender Richtung des elektrischen Feldes bewegt werden. Die dazu benötigten Spannungen sind sehr klein, da immer nur die kurze Distanz innerhalb eines Quadrats zurückgelegt werden muss. Jedes dieser ein bis hundert Mikrometer großen Quadrate wirkt also ähnlich wie die Rolle eines Förderbandes.

Der Chip ist so flexibel wie ein Computerchip und kann für komplexe Analyse- oder Synthesaufgaben programmiert werden, insbesondere können Flüssigkeiten mithilfe von Elektrophorese in verschiedene Bestandteile aufgespalten und auf ihre Leitfähigkeit untersucht werden. Das KIT sucht Partner zur Weiterentwicklung und Serienfertigung des Chips.

### ARTIKEL INTERESSANT FÜR

- Halbleiterindustrie
- Labore
- Pharmaindustrie
- Chemische Industrie
- Medizintechnik

### WEITERE INFORMATIONEN

- Nutzen Sie beiliegende Faxantwort

## Termine

März bis Juni 2014

**26. bis 28. März  
Karlsruhe**

### PhD Spring School on Technology Innovation and Entrepreneurship

Das Angebot richtet sich an Doktoranden, die auf Basis ihrer Forschungsergebnisse ein Unternehmen gründen wollen. Im Mittelpunkt stehen praktische Tipps und Übungen zum Innovationsprozess, Businessplan und Management.

[www.kit-gruenderschmiede.de](http://www.kit-gruenderschmiede.de)

**27. März  
Karlsruhe**

### Girls' Day 2014 am KIT

Am Girls' Day können Schülerinnen in technische oder naturwissenschaftliche Studienfächer und Berufe hereinschnuppern. Am KIT werden spannende Vorlesungen und Workshops angeboten: einen fahrbaren Roboter bauen, Trinkwasser untersuchen, Nachrichten verschlüsseln und vieles mehr.

[www.mint-kolleg.kit.edu/GirlsDay/girlsday2014.php](http://www.mint-kolleg.kit.edu/GirlsDay/girlsday2014.php)

**7. bis 11. April  
Hannover**

### Hannover Messe 2014

Schwerpunkte der diesjährigen Messe sind Industrieautomation und IT, Energie- und Umwelttechnologien, industrielle Zulieferung, Produktionstechnologien und Dienstleistungen sowie Forschung und Entwicklung.

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

**20. bis 22. Mai  
Karlsruhe**

### KIT-Karrieremesse

Am Campus Süd haben Studierende, Promovierende und Alumni die Möglichkeit, interessante Arbeitgeber kennenzulernen und Kontakte zu mehr als 200 Unternehmen zu knüpfen.

[www.rsm.kit.edu/karrieremesse/index.php](http://www.rsm.kit.edu/karrieremesse/index.php)

**4. bis 6. Juni  
München**

### ees – electrical energy storage

Auf der internationalen Fachmesse für Batterien, Energiespeicher und innovative Fertigung im Rahmen der InterSolar Europe präsentiert sich das KIT mit dem Projekt Competence E in Halle B auf dem Stand B1.239.

[www.ees-europe.com/de/ees.html](http://www.ees-europe.com/de/ees.html)

## Katalysator für Gründungen

upCAT hilft Gründungsteams beim Start in die Zukunft als Unternehmer.

Kreative Geschäftsideen lodern in vielen Köpfen am KIT. Und manch einer träumt davon, mit seiner Idee als Unternehmer durchzustarten. Um beim Schritt von der Idee zur Unternehmensgründung zu helfen, findet zweimal jährlich der KIT-eigene Accelerator upCAT (Startup Catalyst) statt.

In einem zwölfwöchigen Intensivprogramm können fünf Gründungsteams ihre Geschäftsidee vorantreiben und werden auf ihre Zukunft als Unternehmer vorbereitet. Im Mittelpunkt stehen Fragen, die für jede Unternehmensgründung wichtig sind: Wie wird aus der Idee ein Geschäftsmodell? Was gehört in einen Businessplan? Gibt es für mein Produkt einen Markt? Welche Finanzierungsmöglichkeiten habe ich?

Fachliche Unterstützung bekommen die Gründerteams von KIT-Professoren, erfahrenen Führungskräfte



upCAT funktioniert wie ein Katalysator für Ausgründungen. Beim Demo Day gilt es, Kapitalgeber von der eigenen Gründungsidee zu überzeugen.

ten und erfolgreichen Gründern. Die Teams erhalten außerdem individuelles Feedback und Beratung durch Mentoren. Am Ende präsentieren die Teilnehmer ihre Geschäftsidee beim Demo Day vor potenziellen Investoren. So können die Jungunternehmer Startkapital einwerben. Ebenso wichtig sind aber der Aufbau von Netzwerken und der Austausch von Ideen.

upCAT wird von der Initiative „KIT-Gründerschmiede“ veranstal-

tet. Starttermin für den nächsten Durchlauf ist der 31. März 2014, der Demo Day findet am 1. Juli 2014 statt. Kontaktieren Sie uns, falls Sie Interesse an der Teilnahme am upCAT haben oder gern als Referent oder Mentor zum Erfolg junger Unternehmer beitragen möchten.

#### WEITERE INFORMATIONEN

- Nutzen Sie beiliegende Faxantwort
- [www.gruenden.kit.edu/232.php](http://www.gruenden.kit.edu/232.php)

## Vertiefen Sie Ihr Wissen

Was Sie jetzt über verschiedene Forschungsfelder lesen können.



### NEULAND 2013

Der KIT-Innovationsbericht stellt Fakten und Höhepunkte vor: Geschichten über Ideen mit Potenzial, innovative Projekte und die Entwicklung von Produkten.

Bestellen Sie mit beiliegender Faxantwort



### Wasserstoff-Infrastruktur

Seit 2013 fahren am KIT zwei mit Wasserstoff-Brennstoffzellen betriebene Busse.

Broschüre gibt einen Einblick in die Wasserstoff-Infrastruktur.

Bestellen Sie mit beiliegender Faxantwort



### Wissen schafft Zukunft

Die KIT-Broschüre gibt einen Überblick: die Schwerpunkte der Forschung, die Kompetenzen in der Lehre und die Förderung von Innovationen.

Bestellen Sie mit beiliegender Faxantwort

## Impressum

#### RESEARCH TO BUSINESS

Kunden-Newsletter Innovation

#### HERAUSGEBER

Karlsruher Institut für Technologie  
Kaiserstraße 12, 76131 Karlsruhe

#### REDAKTION

Inga Daase, Britt Winkelmann,  
Anke Schmitz, Dr. Regina Kratt

#### FOTOS

Markus Breig, Martin Lober u. a.

#### GESTALTUNG

BurdaYukom Publishing GmbH,  
München, Wilfrid Schroeder

#### LAYOUT UND SATZ

Eva Geiger, Heike Gerstner,  
Bernd Königsamen

#### DRUCK

Systemedia GmbH  
Das Medienhaus  
75449 Wurmberg

#### NACHDRUCK

mit Genehmigung unter Nennung der Gesellschaft und des Autors gestattet. Beleg erbeten.

#### ERSCHEINUNGSWEISE

vierteljährlich

## Kontakt

#### Dienstleistungseinheit Innovationsmanagement (IMA)

#### TELEFON

+49 721 608-25530

#### FAX

+49 721 608-25523

#### E-MAIL

[innovation@kit.edu](mailto:innovation@kit.edu)

#### INTERNET

[www.kit.edu](http://www.kit.edu)  
[www.kit-technologie.de](http://www.kit-technologie.de)  
[www.facebook.com/KITInnovation](https://www.facebook.com/KITInnovation)  
[www.twitter.com/KITInnovation](https://www.twitter.com/KITInnovation)



## FAX-ANTWORT

# 0721 608-25523

Dienstleistungseinheit Innovationsmanagement

### Bitte schicken Sie mir weitere Informationen

#### FORSCHUNG UND ENTWICKLUNG

Roboter werden flexibel

#### INNOVATIONSPROJEKT

Dem Knallgas auf der Spur

#### TECHNOLOGIETRANSFER-ANGEBOTE

Fische füttern sich selbst

Beschädigungsfreie Verbindung von transparenten Polymerbauteilen

Massenproduktion von hochpräzisen Mikrobauteilen

Künstliche Blutgefäße für die Krebsforschung

Nanopelz trennt Öl von Wasser

Elektroneninjektionen beschleunigen Datenübertragung

Nanogläser

Flüssigkeiten auf dem Förderband

#### SERVICE

Katalysator für Gründungen

#### VERTIEFEN SIE IHR WISSEN

NEULAND 2013

Wasserstoff-Infrastruktur

Wissen schafft Zukunft

Ich möchte **RESEARCH TO BUSINESS** nicht mehr erhalten.  
Bitte löschen Sie meine Daten.

#### ABSENDER

Name

Vorname

Firma

Funktion

Branche

Straße

PLZ|Ort

Telefon

Fax

E-Mail

Bitte korrigieren Sie meine Adresse.

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

Name

Vorname

Firma

Funktion

Branche

Straße

PLZ|Ort

Telefon

Fax

E-Mail