



## HIGHLIGHTS

## FAM-Preis 2010: DNA-Diagnostik aus der Tablettenverpackung

„Mikro-Bliester“ heißt die Innovation dreier Wissenschaftler des IMTEK. Sie entwickeln neue diagnostische Testverfahren, unter anderem für die schnelle Typisierung infektiöser Erreger. Dazu haben sie eine Technologie weiterentwickelt, die bei der Verpackung von Tabletten in der Pharmaindustrie eingesetzt wird: Aus der bekannten „Blister“-Technologie wurde so die „Mikro-Bliester“-Technologie. Sie könnte in Zukunft dazu führen, dass Patienten mit einer bakteriellen Infektion innerhalb von 45 Minuten das für sie am besten wirksame Antibiotikum verabreicht werden kann – direkt beim Arzt, ohne den langen Umweg über ein zentrales Analyselabor.

Am 11. November 2010 wurde den Wissenschaftlern Dr. Maximilian Focke, PostDoc am Lehrstuhl Anwendungsentwicklung, Dr. Claas Müller, akademischer Direktor des Lehrstuhls Prozesstechnologie, und Dr. Felix von Stetten, Bereichsleiter Lab-on-a-Chip am Institut für Mikro- und Informationstechnik der Hahn-Schickard-Gesellschaft e.V., der FAM-Förderpreis des Vereins Forum Angewandte Mikrosystemtechnik (FAM) verliehen. Die Auszeichnung ist mit 2.500 Euro dotiert. Dem Handelsblatt war dieses Thema spannend genug, um es am 15.11. in Ihrer Rubrik „Idee des Tages“ aufzugreifen.

Mit den Blisterverpackungen lassen sich Tabletten und Reagenzien in Milliardenstückzahlen verpacken. Blister sind dünne, dreidimensional geformte Folien, die ihren Inhalt mit einer Dampfsperre vor Feuchtigkeit schützen. Bei „Mikro-Blistern“ sind die verschiedenen Reagenzienbehälter durch Mikrokanäle miteinander verbunden. Werden die Reagenzien freigesetzt, so können diese entsprechend der Anordnung der Mikrokanäle miteinander reagieren. Komplexe Analyseprozeduren können so automatisiert in Folien ablaufen, die von außen wie eine Tablettenverpackung aussehen. Die Technologie der IMTEK-Forscher wurde bereits für unterschiedliche Anwendungen erfolgreich getestet – von der automatischen Extraktion von DNA aus biologischen Proben bis hin zur schnellen Genotypisierung bakterieller Erreger.

Besonders überzeugt hat die Jury, dass das neue Forschungsfeld über das Machbarkeitsstadium hinausgeführt wurde. „Der Ansatz findet einen schnell wachsenden Markt in der medizinischen In-vitro-Diagnostik, da die Systeme schon jetzt für viele klinisch relevante Szenarien eine Rundum-Lösung bieten“, sagte der FAM-Vorstandsvorsitzende Wolfgang Bay.

### INHALT

- 1-3 **HIGHLIGHTS**
  - 1 FAM-Preis 2010
  - 3 Landeslehrpreis 2010 für Prof. Dr. Y. Manoli
- 4-8 **NACHGEFRAGT**
  - 4 Auslandspraktikum bei Xaar/Schweden
  - 7 Implantierbare Mikrosysteme
- 9-11 **PROFESSOREN IM PROFIL**
  - 9 Prof. Dr. Peter Woias
- 12 **CAMPUS-KUNST**
- 13 **PREISE UND EHRUNGEN**
- 14-15 **KURZ GEMELDET**
- 15-17 **ABGESCHLOSSENE DOKTORARBEITEN**
- 18-20 **STELLENBÖRSE**
- 21-22 **ANKÜNDIGUNGEN UND TERMINE**
- 22 **IMPRESSUM**

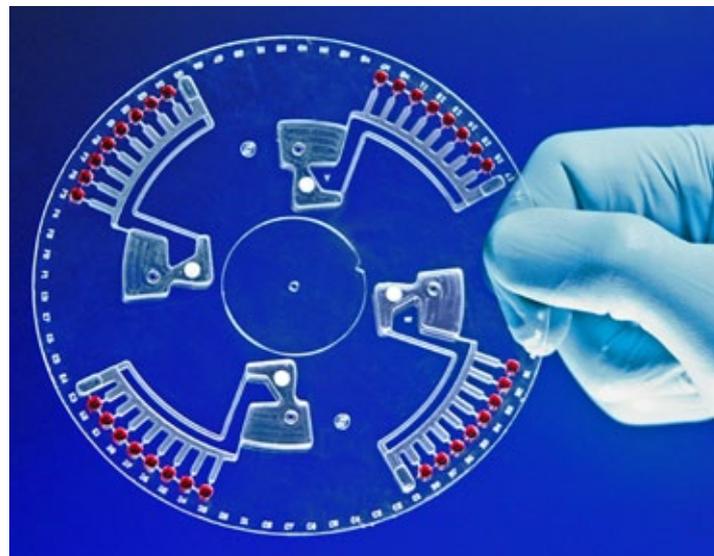
Das **Forum Angewandte Mikrosystemtechnik e.V.** fördert die Praxisorientierung der Ingenieur- ausbildung an der Universität Freiburg und treibt den Austausch zwischen dem IMTEK mit der Industrie, der Öffentlichen Hand sowie mit der Gesellschaft voran. Es vergibt jährlich den FAM-Förderpreis für herausragende Leistungen auf dem Gebiet der Mikrosystemtechnik.



Die FAM-Preisträger Maximilian Focke, Felix von Stetten und Claas Müller (v.l.n.r.) mit FAM-Vorstand Wolfgang Bay (ganz links) und Dieter Schaudel (ganz rechts), der am 11.11.2010 die Ehrenmitgliedschaft im FAM verliehen bekam.



**Uni Radio Freiburg**  
Wer Felix von Stetten im Interview mit echo-fm, dem Uni-Radio für Freiburg, hören möchte, findet dieses unter [http://www.echo-fm.uni-freiburg.de/archiv/mp3/191110-MikroBlister.mp3/archive\\_view](http://www.echo-fm.uni-freiburg.de/archiv/mp3/191110-MikroBlister.mp3/archive_view)  
Beitrag „Do it yourself“ vom 19.11.2010.



Genotypisierung auf der Foliendisk: Vier Strukturen machen den parallelen Nachweis von jeweils bis zu acht spezifischen Genen möglich.

## Landeslehrpreis 2010 für Professor Manoli

Die Universität Freiburg bietet exzellente Lehre. Zu diesem Schluss kam nicht nur die Gutachtergruppe, die der Uni im Jahr 2009 im Wettbewerb um exzellente Lehre das Label „Ausgezeichnet!“ vergeben hat. Auch das Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst in Baden-Württemberg kam nun zum selben Ergebnis und vergab den Landeslehrpreis 2010 an einen Freiburger. Professor Dr. Yiannos Manoli, Inhaber der Fritz-Hüttinger-Proessur für Mikroelektronik, gewann diese mit 50.000 Euro dotierte Auszeichnung für sein Lehrkonzept „Mikroelektronik – Vermittlung komplexer technischer Zusammenhänge durch Intuition und Interaktion“. Überzeugt war die Jury insbesondere von der interaktiven Online-Lernplattform „SpicyVOLTsim“. Mit dem Preisgeld möchte Manoli diese Plattform weiter ausbauen. So könnte das Programm auch bald in baden-württembergischen Schulen in den naturwissenschaftlichen und technischen Fächern zum Einsatz kommen. Das Programm zeigt zum Beispiel durch 3D-Animation die Interaktion zwischen Strom und Spannung an. „Viele Studierende können zwar komplizierte Rechnungen lösen, verstehen aber oft die Zusammenhänge nicht“, so Yiannos Manoli. „Deshalb will ich bildhaftes und intuitives Denken fördern, damit sie selbst kontrollieren können, ob sie eine Sache auch wirklich verstanden haben.“

Bei der Übergabe der Preise stellten die Preisträger ihre prämierten Projekte vor. Bereits Ende Oktober 2010 wurde Professor Manoli mit dem Universitätslehrpreis der Universität Freiburg gewürdigt.



Professor Manoli und Wissenschaftsminister Frankenberg bei der Urkundenübergabe

Weitere Informationen: <http://mwk.baden-wuerttemberg.de/themen/studium/aktion-gutes-studium/landeslehrpreis/landeslehrpreis-2010/>

## Auslandspraktikum in Schweden: IMTEK-Studenten entwickeln Tintendruckköpfe



**Xaar stellt Tintendruckköpfe für industrielle Anwendungen her. Diese werden für das Drucken großformatiger Poster, das 3D-Prototyping oder das Drucken polymerer Schaltkreise (Polymerelektronik) eingesetzt. Die Firma hat Standorte in Cambridge/Großbritannien und Stockholm/Schweden. Moritz Thielen und Anne Ziegler, beide inzwischen Master-Studenten am IMTEK, absolvierten nach ihrem Bachelor-Abschluss ein 6-monatiges Praktikum bei Xaar in Järfälla bei Stockholm. Vor kurzem kehrten sie nach Freiburg zurück. Wir waren neugierig, was die beiden zu berichten haben.**



Anne Ziegler

### *Was hat Sie zu Xaar geführt?*

**Moritz:** Wir haben 2009 zunächst mehrere Initiativbewerbungen zu großen internationalen Firmen geschickt. Leider erhielten wir fast ausschließlich Absagen mit Verweis auf die schwierige Weltwirtschaftslage und der damit verbundenen Geldknappheit. Von Professor Zengerle erhielten wir schließlich die Kontaktdaten von Dr. Zapka (Manager Advanced Manufacturing Technology, Xaar). Herr Zapka hatte bereits sehr gute Erfahrungen mit Studenten des IMTEK gemacht und nach einem kurzen Telefongespräch war die Sache unter Dach und Fach gebracht.

**Anne:** Es war ein glücklicher Zufall, dass Professor Zengerle Xaar empfahl und zudem auch noch ein Platz in genau dem Zeitraum meiner Wahl in Schweden zur Verfügung stand.

### *Was haben Sie dort gemacht?*

**Moritz:** Ich habe im *Advanced Application Technology Department* gearbeitet. Meine Aufgabe war das Drucken von elektrisch leitfähigen Tinten zu optimieren. Wir entwickelten einen Prozess, um LED-Chips in vorgefertigten ‚Electrical Packages‘ mittels gedruckter Leiterbahnen mit der makroskopischen Spannungsversorgung zu verbinden.

**Anne:** Ich habe die Rheologie von druckbaren Tinten untersucht. Das war ein sehr anspruchsvolles Grundlagenprojekt über Viskoelastizität, das bei Xaar allerdings noch ganz am Anfang stand. Zunächst musste ich den notwendigen Setup aufbauen, justieren und kalibrieren. Ich arbeite gerne theoretisch und lasse mich auch von Formeln nicht abschrecken. Vor der Mikrosystemtechnik habe ich angefangen Chemie zu studieren. Mir lag also diese Art von Materie, das Projekt hat sehr gut zu mir gepasst.



Moritz Thielen

### *Wie erlebten Sie Ihre Kollegen und die Arbeit vor Ort?*

**Moritz:** Die Arbeit war extrem vielfältig und in den sechs Monaten habe ich mich mit sehr unterschiedlichen Aufgabenstellungen befasst. Die Arbeitsatmosphäre war dabei immer entspannt. In einer schwedischen Firma wird grundsätzlich nur bei einem Kaffee diskutiert und ohne Kuchen brauchten wir gar nicht erst zu unseren wöchentlichen ‚Student Presentations‘ erscheinen. Da die Hierarchie innerhalb der Firma (ganz im Gegensatz zum englischen Teil) sehr flach ist, war der Kontakt zu Kollegen und Vorgesetzten recht ungezwungen. Mit unseren Kollegen haben wir deshalb auch privat viel unternommen.

**Anne:** Es war eine sehr angenehme Atmosphäre innerhalb der Abteilung. Meine direkten Kollegen sind sehr erfahren im Umgang mit Praktikanten und gerade der Manager hat sich viel Mühe gegeben, mir nicht nur die Firma, sondern auch das Land näher zu bringen.



Schwedische Impressionen.  
Fotos: privat

### *Was waren die Highlights? Was haben Sie in Ihrer Freizeit unternommen?*

**Moritz:** Schweden hat viele Highlights! Mich persönlich hat die Natur und die geringe Bevölkerungsdichte am meisten beeindruckt. Man muss gerade mal fünf Minuten bis zum nächsten See fahren und mit großer Wahrscheinlichkeit sieht man den ganzen Tag keinen Menschen mehr! Dazu kommt die lange Helligkeit im Sommer. Es ist schon außergewöhnlich, kurz vor Mitternacht auf einem kleinen Boot in der Sonne zu sitzen und seine Angel ins Wasser zu halten. Wir haben uns deshalb im Hochsommer für drei Tagen mit unseren Arbeitskollegen ein kleines Haus in Mittelschweden gemietet. Tagsüber wurde geangelt und abends gab es dann den frischen Fisch.

**Anne:** Der schwedische Sommer war auf jeden Fall ein Highlight! Die Sonne scheint die ganze Nacht, die Stimmung ist völlig verwandelt. Die Schweden nutzen den Sommer viel intensiver als wir, da er recht kurz ist. In dieser Zeit waren wir viel unterwegs. Die Natur in Schweden ist unglaublich vielfältig: Wir waren Fischen, Schwimmen und Wandern. Den *Midsommar* habe ich mit meinen Freunden aus dem Sportverein „richtig schwedisch“ verbracht. Ich wurde in alle Sitten und Bräuche eingeführt. Das war echt toll!

### *Was gefiel Ihnen an Schweden besonders, was haben Sie vermisst?*

**Moritz:** Neben der Natur ist auch Stockholm selbst ein Erlebnis. Die Schweden haben außerdem ihren ganz eigenen Charme, der mir hier in Deutschland manchmal fehlt. Vermisst habe ich allerdings das Bier im Supermarkt.

**Anne:** Skandinavien hat ein besonderes Flair und die Landschaft hat mich wirklich nachhaltig beeindruckt. So unberührte Landschaften wie dort habe ich in Europa einfach noch nie gesehen. Mit den Schweden selbst habe ich nur gute Erfahrungen gemacht. Diese sind uns Deutschen gar nicht so unähnlich. Vermisst habe ich eigentlich nichts. Ich hätte in Schweden bleiben können. Allerdings habe ich den schwedischen Winter noch nicht erlebt...

### *Wie gut ist jetzt Ihr Schwedisch?*

**Moritz:** *Jag talar dålig svenska!* Leider beschränkt sich mein Schwedisch auf das notwendigste und die Schweden sprechen einfach zu gutes Englisch. Vom Grundschüler bis zum Rentner kann man sich in der Regel problemlos auf Englisch unterhalten.

**Anne:** *Jag talar bra!* ... Naja, so ganz stimmt das wohl nicht. Ich verstehe gut und spreche ein wenig Schwedisch. Das meiste hab ich wohl über meine Trainingsgruppe im Sport gelernt. Aber es ist einfach zu leicht mit jedem Englisch zu sprechen. Selbst die Schweden empfehlen das! Und die Arbeitssprache war sowieso Englisch.

### *Wem können Sie ein ähnliches Praktikum empfehlen?*

#### *Wie und wo kann man sich näher informieren?*

**Moritz:** Ein Auslandspraktikum ist in jedem Fall empfehlenswert und meiner Meinung nach eine wichtige Erfahrung für den persönlichen Werdegang. Ich kann jedem nur nahelegen, sich einmal mit einem anderen Land und einer anderen Kultur auseinander zu setzen. Da man am IMTEK inzwischen auch im Sommersemester mit dem Master beginnen kann, bietet sich dafür die Zeit nach Abgabe der Bachelorarbeit an. Informieren kann man sich zum Beispiel beim Praktikumsamt, beim IASTE oder direkt bei den Professoren. Bezogen auf Xaar wendet man sich am besten direkt an Dr. Zapka (werner.zapka@xaar.se).



Fotos: privat

**Anne:** Ein Praktikum kann ich grundsätzlich jedem empfehlen, auch wenn es bei uns im Gegensatz zu den klassischen Ingenieurstudiengängen keine Pflicht mehr ist. Die Industrie arbeitet doch in vielerlei Hinsicht anders als die Universitäten. Das Ausland stellte für mich auf jeden Fall einen zusätzlichen Reiz dar. Und auch hier gilt: Wer sich frühzeitig darum kümmert, hat die beste Auswahl. Eine gute Studienplanung ist auf jeden Fall von Vorteil. Außerdem sollte man deutlich machen, was einem liegt und was nicht. Informieren kann man sich im Allgemeinen am besten bei Frau Epe im Praktikumsamt der Technischen Fakultät (Internetadresse siehe unten). Auf Xaar bezogen natürlich auf der Homepage ([www.xaar.com](http://www.xaar.com)) und bei Dr. Zapka persönlich. Ich selber stehe für Fragen auch gern zur Verfügung.

#### *Warum sind Sie zum Masterstudium wieder nach Freiburg zurückgekehrt?*

**Moritz:** Für Mikrosystemtechnik ist das IMTEK in Deutschland einfach die beste Adresse und ich habe drei schöne Jahre dort verbracht.

**Anne:** Es ist nun mal das Einzige seiner Art! Die Voraussetzungen, die hier geboten werden, sind aus Studentensicht toll. Außerdem hat mir der Bachelor unheimlich Spaß gemacht. Und ich bin der Meinung, dass ich noch lange nicht genug gelernt habe!

#### *Was planen Sie als nächstes?*

**Moritz:** Nach den guten Erfahrungen in Schweden plane ich schon den nächsten Auslandsaufenthalt. Momentan bemühe ich mich um ein Auslandssemester in Singapur und um eine Abschlussarbeit in den USA. Aber auch am IMTEK gibt es spannende Möglichkeiten und eine Entscheidung wird es wohl erst im neuen Jahr geben.

**Anne:** Bei mir sieht es ähnlich aus. Ich bewerbe mich wie Moritz für ein Studienjahr an der National University of Singapore und möchte danach in die USA. Mal schauen was daraus wird!

Auch auf der Suche nach einem Praktikum? Infos gibt es unter:

[http://www.tf.uni-freiburg.de/studium/service/stellen\\_praktika/praktika/praktika?searchterm=Studiengangk](http://www.tf.uni-freiburg.de/studium/service/stellen_praktika/praktika/praktika?searchterm=Studiengangk)

Die Vasa war ein schwedisches Kriegsschiff und sollte der Stolz der heimischen Kriegsflotte werden. Bei seiner Jungfernfahrt am 10. August 1628 ist es jedoch noch innerhalb des Hafens von Stockholm gesunken. König Gustav II. Adolf von Schweden hatte befohlen, zwei Kanonendecks zu bauen – gegen Rat seiner Ingenieure. Niemand traute sich, dem König zu widersprechen und so war das Schiff beim Stapellauf mit Kanonen überladen. Nach seiner Auffindung 1956 und Bergung 1961 wurde es restauriert und ist heute im Vasa-Museum in Stockholm zu besichtigen.



## Körperwelten: Mikrosystemtechnik im Darm



Dr. Frank Goldschmidtböing

**Dr. Frank Goldschmidtböing entwickelt Mikropumpen für medizinische Anwendungen, zum Beispiel für ein künstliches Schließmuskelsystem für stuhlinkontinente Patienten. Dazu haben wir ihm diese Fragen gestellt.**

*Sie entwickeln eine intelligente Schließmuskelprothese zur Kontrolle der Blasen- und Darmentleerung. Aus welchen Bestandteilen ist solch ein System zusammengesetzt und wie funktioniert es im menschlichen Körper?*

Das Projekt wurde bereits 2003 von Professor Richter-Schrag von der Uniklinik Freiburg angestoßen. Das Ziel war von Anfang an ein möglichst einfaches System mit wenigen zu implantierenden Komponenten zu entwickeln. Der eigentliche Schließmuskelerersatz ist ein mit isotonischer Kochsalzlösung gefüllter Silikonhohlkörper, der Cuff. Dieser ist über einen Schlauch mit dem implantierten Steuerungsmodul verbunden. Herz dieses Steuerungsmoduls ist unsere Mikropumpe. Mit ihr wird der Cuff unter Druck gesetzt und so die Harnröhre bzw. den Enddarm abgeschnürt. Die dritte Komponente ist eine externe Steuerungseinheit, mit deren Hilfe der Patient den Stuhlgang beziehungsweise die Blasenentleerung einleitet und in vorgegebenen Abständen den Akku des Implantats wieder auflädt. Diese drei Komponenten sollen eine zuverlässige, aber auch möglichst bequeme künstliche Schließmuskelfunktion bereitstellen. Zudem erhoffen wir uns von der permanenten Druckregulierung im System eine möglichst gewebeschonende Funktion.

*Der Gedanke an ein künstliches Schließmuskelsystem ist für die meisten Menschen wohl unangenehm. Inwieweit hatten Sie bei der Entwicklung des Systems den realen Patienten vor Augen?*

Letztendlich steht und fällt der Projekterfolg mit der Akzeptanz durch den Patienten. Das Implantat muss gegenüber einem künstlichen Ausgang oder bereits verfügbaren manuellen Prothesen eine höhere Lebensqualität bieten. Wir glauben diese Steigerung der Lebensqualität durch die Verringerung des Infektionsrisikos, die Diskretion des Implantats und die bequemere Bedienung zu bieten. Es bestehen aber auch Einschränkungen für den Patienten: Eine Wiederaufladung des Implantats ist etwa im Wochenrhythmus erforderlich. Zudem muss dem Patienten das Steuerungsmodul im Bauchraum implantiert werden. Das Implantat sollte daher nicht größer als ein Herzschrittmacher sein. Die Mediziner wachen mit Argusaugen auf die Einhaltung dieser Rahmenbedingungen.

Darüber hinaus entscheiden auch die Kostenträger des Gesundheitssystems über den Produkterfolg. Wir wollen nachweisen, dass sich die Initialkosten für Implantat und Operation über die Lebensdauer des Implantats auch wirtschaftlich amortisieren, da der Patient in der Folge seltener mit Infektionen rechnen muss und weniger Einmalartikel wie z.B. Windeln benötigt.

*Hat sich mit dem Projekt auch Ihr Verständnis für den Schließmuskel verändert?*

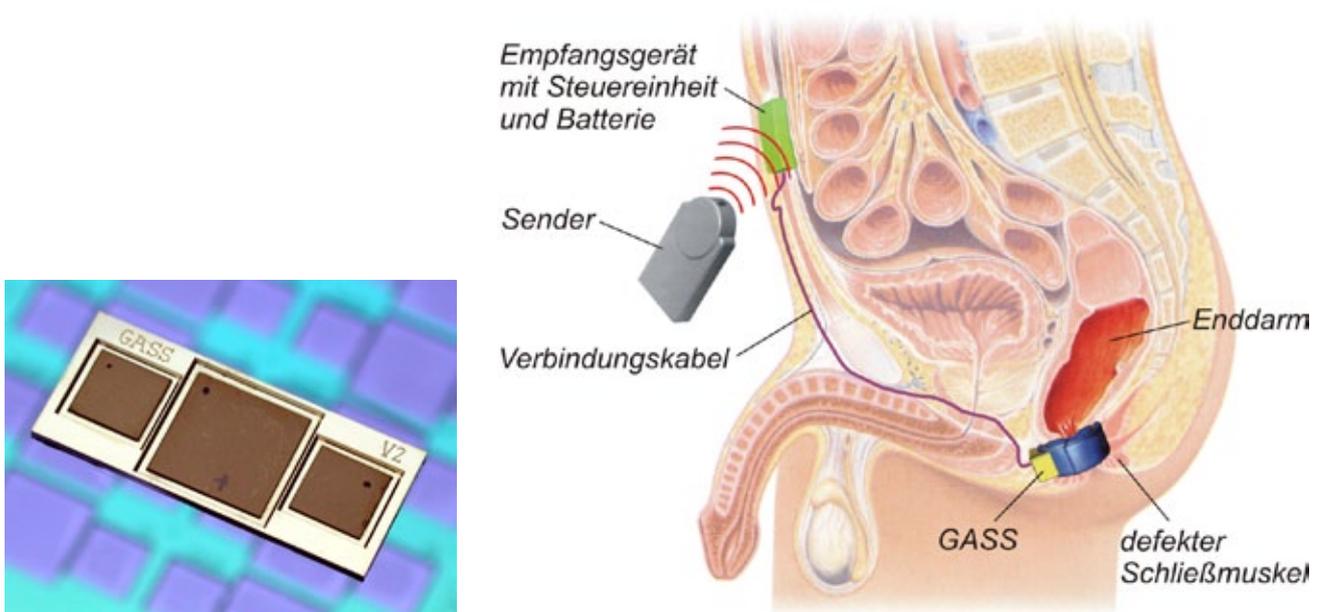
Aus Biosimulatortests wissen wir, dass der Darm schon mit relativ geringem Druck zuverlässig geschlossen werden kann. Das war überraschend, kommt uns aber sehr entgegen. Ansonsten haben wir bisher nur Daten aus Kurzzeitversuchen mit Schweinen. Der Einsatz der Prothese am Menschen wird in der ersten Phase sicher wissenschaftlich sehr interessante Daten zur Langfristreaktion des menschlichen Körpers auf den angelegten Druck erbringen. Bisher können wir

Seit Ende 2000 ist der Physiker Frank Goldschmidtböing am Lehrstuhl Konstruktion von Mikrosystemen, wo er 2004 promovierte und die Arbeitsgruppe Mikrofluidik und Mikromedizin leitet. Er ist Sieger des BMBF-Innovationswettbewerbs zur Förderung der Medizintechnik 2003 und Preisträger des Robert T. Knapp Award der American Society of Mechanical Engineers. Seit 2009 ist er außerdem Studienberater am IMTEK.

da nur auf die publizierten Resultate mit manuellen Implantaten zurückgreifen. Bei diesen wird der Prothesendruck jedoch nicht überwacht. Die hohe Bedeutung dieser Prothese ist mir aber heute viel klarer. Gespräche mit Betroffenen machen deutlich, dass es sich lohnt diese Technologie zu entwickeln. Auch wenn sie kein Leben verlängert - wie etwa ein Herzschrittmacher - und die natürliche Funktion des Schließmuskels sicher nicht gleichwertig ersetzt.

*Wie unterscheidet sich Ihre Mikropumpe von Pumpen der „Makrowelt“?*

Pumpen skalieren leider schlecht. Die Effizienz unserer Mikropumpe liegt aktuell bei etwa einem Prozent; für eine Makropumpe ein denkbar schlechter Wert, für eine Mikropumpe sehr gut. Das heißt, dass nur ein 1% der eingesetzten elektrischen Leistung in nutzbare mechanische Leistung umgewandelt wird. Der Rest geht als elektrische Verlust- und Reibungswärme verloren. Dieser Leistungsbedarf erfordert einen großen Akku oder häufige Nachladungen, beides ist aus Patientensicht nicht erwünscht. Zudem spielen in der Mikrowelt Oberflächeneffekte eine dominante Rolle, in unserem Falle sind dies Kapillardrucke. Sie entstehen, wenn sich Gasblasen im Pumpmedium befinden. Wir müssen sicherstellen, dass die Mikropumpe auch unter diesen Umständen sicher funktioniert.



Mikropumpe wie sie im beschriebenen Projekt eingesetzt wird. Die Grafik zeigt, wo der künstliche Schließmuskel und das Empfangsgerät implantiert werden.

## Prof. Dr. Peter Woias Konstruktion von Mikrosystemen



Prof. Dr. Peter Woias,  
Inhaber Lehrstuhls für  
Konstruktion und Sprecher  
des Graduiertenkollegs  
Micro-Energy Harvesting

**Micro Energy Harvesting** heißt das Forschungsfeld, dem Professor Woias einen Gutteil seiner Arbeit widmet. Das Ziel ist, elektrische Energie zum Beispiel aus Wärme, Licht, Bewegung oder chemischen Reaktionen zu „ernten“ (engl.: to harvest), um so verteilte und eingebettete Mikrosysteme energieautark zu betreiben. Darüber hinaus forscht Professor Woias seit langen Jahren in der Medizintechnik. Dies umfasst künstliche Schließmuskel (siehe vorangegangener Beitrag), Mikrodosierpumpen für die Medikamentenabgabe und Mikroreaktoren für die chemische Verfahrenstechnik.

*Prof. Woias, Sie entwickeln Systeme, die sich aus ihrer jeweiligen Umwelt mit Energie versorgen, ganz ohne Batterie und Kabel. Gerade wurde die Förderung Ihres Graduiertenkollegs um weitere viereinhalb Jahre verlängert. Wie sind Sie zu diesem Forschungsschwerpunkt gekommen und welches Projekte beschäftigt Sie derzeit am meisten?*

Warum Energy Harvesting? Dazu ein kleines Gedankenspiel, das auf den ersten Blick aus einem Science Fiction-Plot stammen könnte, letztlich aber gar nicht so unrealistisch ist: Sie steigen an einem kalten und dunklen Dezembermontagmorgen verspätet aus Ihrem Bett. Der Schlafzimmerteppich mit integriertem Generator- und Sensorsystem erkennt Ihr „Eintreten in den Arbeitstag“, gewinnt aus der Belastung durch Ihr Körpergewicht Energie und schaltet damit per Funkbefehl das Raumlicht ein, ebenso einen „Lichtpfad“ zum Badezimmer oder wahlweise zur espressomaschine, die ebenfalls auf Befehl hochfährt. Ein kleiner Sensor im Ablauf der espressomaschine rät vorsorglich, den Sammelbehälter für das Restwasser zu entleeren. Seine Energie gewinnt er aus der Abwärme des Dampferzeugers. Im Duschkopf dreht sich wenig später eine kleine Turbine, die aus der Wasserströmung Energie für ein kleines Funksensorsystem gewinnt. Das wiederum bestimmt die Wassertemperatur und zeigt diese per LED an, zusätzlich misst es den Wasserverbrauch und funkt die Daten an Ihren persönlichen „CO<sub>2</sub>-Footprint-Monitor“. Sie werfen auf dem Weg zur Garage einen kurzen Blick auf das Energiedisplay, stellen erfreut fest, dass Sie nach wie vor den Familienrekord im energieeffizienten Duschen halten und legen im Gehen noch schnell die Armbanduhr an. Die wiederum gewinnt Energie aus der Abwärme Ihres Handgelenks. Ebenso wird die Energie, die Sie beim Tastendruck auf den Funkschlüssel Ihres Autos abgeben, geerntet, um per Funkbefehl das Fahrzeug zu öffnen. Auf dem Weg in die Firma ...

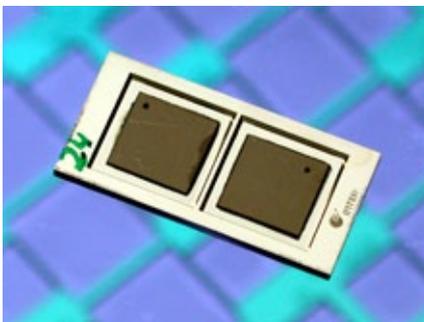
Man könnte die Geschichte noch lange weiterspinnen! Der Reiz und die Herausforderung dieses Themas sind unwiderstehlich und die Vision ist einfach bestechend: Man stelle sich vor, dass die wichtigsten technischen Systeme unserer Lebenswelt quasi „automatisch“ funktionieren und uns in völlig neuer Weise unterstützen, ohne dass wir uns überhaupt Gedanken darüber machen müssen, wie sie mit Energie versorgt werden. Einige Beispiele, die ich zuvor zitiert habe, sind heute schon kommerziell verfügbar. Es bleibt allerdings genug Freiraum für spannende Forschung. Für mich ist es bei dieser Vielfalt schwer zu sagen, welches Thema aktuell am spannendsten ist. Generell sind wir allerdings dabei, unsere Energy-Harvesting-Konzepte näher an die Anwendung heranzuführen und in verschiedenen Bereichen die praktische Applikation zu demonstrieren.

Die Natur hat durch die Kombination von mikro- und nanoskaligen Materialien mit hocheffizienten Sensor- und Aktorprinzipien biologische Mikrosysteme mit unübertroffenen Eigenschaften hervorgebracht. Davon inspiriert entwickeln wir energieautonome und hocheffiziente technische Mikrosysteme.

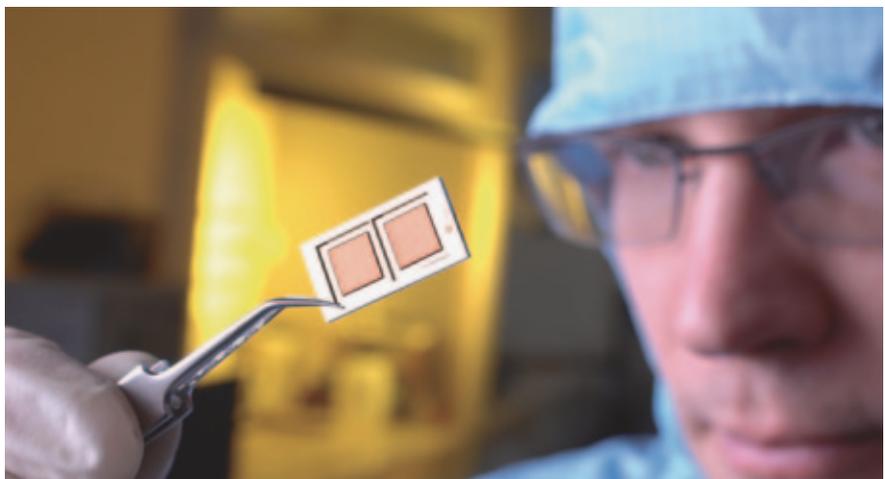
**Prof. Dr. P. Woias**

*Welche Energiemengen wird man mit derartigen Projekten einsparen können?  
Wie lassen sich Energy-Harvesting-Lösungen künftig in der Industrie und im alltäglichen Leben einsetzen?*

Es kommt bei Energy Harvesting nicht so sehr darauf an, große Mengen an Energie zu gewinnen, sondern ein Minimum an Energie effizient und sinnvoll einzusetzen. Ein energieautarkes, drahtloses System kann bereits mit einer Leistung von 100 Mikrowatt seine Funktion erfüllen, und Leistungen im Bereich einiger Milliwatt sind in den meisten Anwendungsfällen mehr als ausreichend. Das würde bedeuten, dass der Leistungsverbrauch einer 60-Watt-Glühbirne bereits genügt, um 60 000 eingebettete Systeme zu versorgen. Die Energie und nicht zuletzt die Kosten, die eingespart werden, liegen beispielsweise in dem immensen Aufwand für die Herstellung von Kupferkabeln, die durch ein drahtloses, energieautarkes System ersetzt werden. Wartungsintensive Batteriewechsel entfallen ebenso wie die teure Verlegung von Kabeln und die Reparatur von Kabeldefekten.



Mikrodosierpumpen



Zusätzlich bietet der Einsatz energieautarker, eingebetteter Systeme völlig neue Anwendungsszenarien. Diese sind wiederum hinsichtlich Kosten, Energieverbrauch und Komfort außerordentlich attraktiv. In diese Richtung zielt zum Beispiel die „Ambient Assisted Living“-Initiative des Bundesministeriums für Bildung und Forschung. Dabei geht es um intelligente Umgebungen, die uns in unserem Alltag auf intelligente Weise assistieren. Ebenso sind Sensoren und Aktuatoren in Produktionsprozessen, im Automobil, in der Gebäudetechnik, im Umweltmonitoring und in der Medizintechnik denkbar und teilweise auch schon Realität. Micro Energy Harvesting ist für diese sehr unterschiedlichen Szenarien eine unverzichtbare Basistechnologie.

*Ende 2013 soll das neue Freiburger Zentrum für interaktive Werkstoffe und bioinspirierte Technologien (FIT) auf dem Campus der Technischen Fakultät fertiggestellt werden. Das IMTEK wird sich unter anderem mit dem Bereich Energy Harvesting einbringen. Sie engagieren sich sehr stark für dieses Projekt. Was erhoffen Sie sich persönlich vom FIT?*

Wenn man Energy Harvesting betreibt, so kommt man automatisch zur Materialforschung. Wir brauchen neue Materialien für die Energiewandlung und -speicherung, aber auch für energieeffiziente Sensoren und Aktuatoren. Dies können beispielsweise thermoelektrische oder piezoelektrische Materialien mit



## PROFESSOREN IM PROFIL

höherer Effizienz sein, genauso aber auch Batterien und Kondensatoren mit hoher Speicherdichte. Dazu kommt die Idee, energieautarke Systeme unmittelbar in Strukturen und Werkstoffe zu integrieren, um „smarte“ Materialien oder Oberflächen zu erzeugen. Das FIT wird die Materialforschung wesentlich voran bringen und dadurch auch das Thema Micro Energy Harvesting. Das Thema ist zugleich sehr interdisziplinär und technologisch breit ausgerichtet und erfordert eine enge Kooperation über Fachgrenzen hinweg. Auch das wird in FIT in bester Weise möglich sein. Nebenbei bemerkt macht mir die Kooperation über die Grenzen der Mikrosystemtechnik hinaus auch sehr viel Spaß!

*Sie sind seit Juli 2000 am IMTEK. Was waren für Sie die wichtigsten Meilensteine in dieser Zeit? Was hat sich für Sie in dieser Zeit geändert? Gibt es hier eine besonders schöne Erinnerung oder ein besonderes Erlebnis?*

Im Herbst 2000 bin ich mit einem Mitarbeiter in ein buchstäblich leeres, nagelneues Stockwerk eingezogen, habe die Plastikhülle von meinem Stuhl abgenommen und den Lehrstuhl sprichwörtlich besetzt. Zehn Jahre später sitzen mehr als 30 Mitarbeiter, Studenten und ehemalige Doktoranden am Tisch und wir feiern miteinander unser „Zehnjähriges“.

Das wichtigste Ereignis in diesen zehn Jahren war die Bewilligung unseres Graduiertenkollegs Micro Energy Harvesting. Nach nahezu vier Jahren Forschung in zehn Arbeitsgruppen des IMTEK und des Freiburger Materialforschungszentrums ist es heute eine große Befriedigung, die Verlängerung in die zweite Phase zu erreichen. Das zeigt zum einen, dass die Stipendiatinnen und Stipendiaten im Kolleg ausgezeichnete Arbeit geleistet haben, die entsprechend gewürdigt wird. Zum anderen wird klar, dass die gebündelte Leistungsfähigkeit und Kompetenz des IMTEK ein unschlagbarer Vorteil im nationalen und internationalen Wettbewerb ist. Den können wir sicher noch viel weiter ausbauen.

Ich möchte aber auch erwähnen, dass mein Lehrstuhl „nicht nur“ Energy Harvesting betreibt, auch wenn dieses Thema derzeit im Vordergrund steht. Ich erinnere mich zum Beispiel sehr gern an die erste IMTEK-Mikropumpe, die in unserem Lehrstuhl entstanden ist und dann eines Abends vor sieben Jahren auf meinem häuslichen Labortisch neben einer zusammengesteckten Ansteuerlektronik lag. Heute entsteht daraus ein implantierbarer, hydraulischer Muskel, den wir in absehbarer Zeit in einer klinischen Studie prüfen wollen.

*Bitte führen Sie die folgenden Sätze zu Ende:*

- In zehn Jahren werde ich ... im Sommer das zwanzigjährige Lehrstuhljubiläum feiern und mich beim abendlichen Heimradeln darüber freuen, dass mittlerweile alle Radfahrer in Freiburg nachts mit Licht unterwegs sind, weil ohne Dynamo der MP3-Player nicht mitlaufen würde.
- Auf eine einsame Insel nehme ich diese drei Dinge mit: einen Feuerstein, ein Taschenmesser und ein Schlauchboot mit Solarpanel für die Rückfahrt

Professor Woias leitet im Februar 2011 den FAM-Workshop "Micro Energy Harvesting". Mehr Infos dazu unter „Ankündigungen & Termine“, S. 21

Prof. Woias ist u.a. mit folgenden Funktionen betraut:

- Mitglied der Ethikkommission des Universitätsklinikums Freiburg
- Mitglied der Wissenschaftlichen Gesellschaft, Freiburg
- Mitgliedschaft in VDE und VDI
- Langjähriges Jurymitglied des Wettbewerbes „Jugend forscht“, Bayern

[www.imtek.de/konstruktion/](http://www.imtek.de/konstruktion/)

## Illuminati: Verschlüsselte Botschaften auf dem Campus

**Kunst hat viele Gesichter. Und ihr Wert liegt im Auge des Betrachters. Kann eine Straße ein Kunstwerk sein? Ja, sie kann! Den Beweis dafür liefert die Georges-Köhler-Allee, die sich über den Campus der Technischen Fakultät erstreckt. Es handelt sich um eine Form von Kunst, die ihre Botschaft erst aus einem ganz bestimmten Blickwinkel preisgibt, und das noch dazu auf verschlüsselte Weise.**

Gemeint ist der Strichcode, der sich aus der Abfolge von hellen und schwarzen Wegabschnitten ergibt und den man erst aus der Vogelperspektive in seiner Gesamtheit wahrnehmen kann. Die dunklen Granitflächen stellen die typischen Streifen dar, die man in Barcode-Scans auf Waren vorfindet.

Wenn man mit einem überdimensionierten Scanner die Wege scannen würde, würde der Code das Wort „Albert“ ausgeben; den Vornamen des Gründers und Namensgebers unserer Universität. Allerdings müsste man dabei das Verhältnis 1:3 einstellen. Damit die Wege nämlich nicht zu dunkel anmuten, wurde der Abstand der einzelnen „Balken“ auf ein angenehmes Maß vergrößert. Da sich der Campus der Technischen Fakultät auf dem ersten von insgesamt vier geplanten Bauabschnitten befindet, wurde bisher nur das erste Wort aus „Albert-Ludwigs-Universität Freiburg“ realisiert. Die Bebauung der restlichen Flächen wird das Kunstwerk folgerichtig Strich für Strich, Wort für Wort wachsen lassen. Wann es vollendet sein wird, steht in den Sternen. Fakt ist: es ist das einzige seiner Art!

Die Idee zu dem Objekt hatte das Landschaftsarchitekturbüro faktorgrün, das bei der Bebauung des Campus am Flugplatz vor rund 15 Jahren die Frei- und Grünflächen gestaltet hat. Die Vorgabe des Unibauamts war lediglich, den Belag der Wege optisch zu gliedern. Mit diesem Barcode der besonderen Art ist die Verbindung zwischen Natur und Technik sichtbare Wirklichkeit geworden. Das schwarze Gestein ist Impala-Granit aus Südafrika, eine edle Granitsorte, von der nur eine 3 cm dicke Schicht an entsprechender Stelle auf den hellen Betonstein „aufgeklebt“ wurde.



Eine geheime Botschaft auf dem Campus der Technischen Fakultät? Beim Begehen des Geländes ist sie kaum auszumachen. Doch aus der Luft betrachtet kommt man dem Geheimnis eher auf die Spur. Foto: Franz Ehret, TGM/Uni Freiburg

### Engibous Prize Europe – dritter Platz für MST-Studenten

45 Hochschulteams aus sieben europäischen Nationen haben sich beim Analog Design Contest von Texas Instruments (TI) beworben, einen Wettbewerb, bei dem erstmals auch europäische Gruppen teilnahmeberechtigt waren. Aufgabe war mit einer vorgegebenen Anzahl von analogen integrierten Schaltkreisen (ICs) möglichst kreative und spannende Ideen zu entwickeln und umzusetzen.

Beim Finale am 18. November in Freising holte sich das Team der Mikrosystemtechnik-Studenten mit Rainer Schillinger, Alexander Hoch und Ralph Müller den mit 2.000 Euro dotierten dritten Platz. Durchgesetzt haben sie sich mit ihrer Lösung eines modularen Sensorsystems mit dem sich Temperatur, Helligkeit oder Gaskonzentration an verschiedenen Orten in einem Haus messen lassen. Die Basisstation sammelt die Daten und kann Heizung oder Jalousie steuern.



*oben:* Alexander Hoch bei der Präsentation des modularen Sensorsystems



*rechts:* Übergabe des Preises (v.l.n.r.): Jean-Francois Fau (TI Präsident Europa), Alexander Hoch, Rainer Schillinger, Ralph Müller



Phillip Müller

### Best Student Poster Presentation Award für IMTEK-Doktorand

Dipl.-Ing. Phillip Müller, Doktorand am Lehrstuhl Mikrooptik, erhielt Ende November einen Best Student Poster Presentation Award auf dem Jahrestreffen der European Optical Society. Sein Poster über „Opto-fluidic apertures and shutters with the potential for an integrated electrowetting actuation“ stellt Ergebnisse der Entwicklung einer optofluidischen Mikro-Iris dar. Diese adaptive, optische Mikro-Blende soll zukünftig in einem künstlichen Mikro-Auge eingesetzt werden.

## Legionärsgebäude zum ersten Passivhaus der Uni Freiburg umgebaut

**Bis zum Jahr 2005 war das „Legionärsgebäude“ Rückzugsort für Veteranen der französischen Fremdenlegion. Seitdem wird das direkt an der S-Bahn liegende Gebäude von der Technischen Fakultät genutzt. Inzwischen wurde es nicht nur optisch aufgewertet, sondern auch energetisch saniert. Herausgekommen ist nun das erste Passivhaus der Universität Freiburg.**

Es funktioniert wie ein Schlafsack: Die Wärmeabgabe von elektrischen Geräten, Lichtquellen und Personen reicht in der Regel aus, um eine angenehme Temperatur zu schaffen – ohne Heiz- beziehungsweise Klimatisierungssysteme. Allein durch die Sanierungsmaßnahmen sinkt der Heiz- bzw. Energiebedarf auf weniger als 10 Prozent im Vergleich zum Verbrauch eines konventionellen Gebäudes. Der Komfort erhöht sich sogar: die Wandflächen sind gleichmäßig warm, es gibt keine Zugluft mehr und die pollenfreie und staubarme Luft im Passivhaus ist optimal für Allergiker. Dr. Matthias Schenek, Kanzler der Universität Freiburg, und Karl-Heinz Bühler, Leiter des Universitätsbauamts, weihten am 7. Dezember 2010 das renovierte Gebäude in der Georges-Köhler-Allee 10 ein.



Das sanierte Gebäude in der Georges-Köhler-Allee 10; Fotos: Ingeborg F. Lehmann



v.l.n.r.: Bernd Becker (Dekan der TF), Meinhard Hansen (Architekt), Mathias Schenek (Kanzler der Uni), Karl-Heinz Bühler (Leiter Unibauamt), Roland Zengerle (Institutsleiter IMTEK), Ralph Milatz (Unibauamt)

Das Gebäude mit rund 300 Quadratmetern Nutzungsfläche wurde 1953 von der Deutschen Bundesbahn in Massivbauweise errichtet. 1965 erwarb es die Bundesvermögensverwaltung als Verwaltungsgebäude für die Französischen Streitkräfte. Wenig später wurde es dem Verein der ehemaligen Fremdenlegionäre zur Verfügung gestellt, durch das das Gebäude seinen Namen bekam. 2005 verließen die letzten Legionäre das Gebäude. Nun steht es komplett der Universität zur Verfügung. Im Erdgeschoss befinden sich die Büroräume einiger Mitarbeiter des Lehrstuhls Elektrische Mess- und Prüfverfahren und des Studiengangs Master Online Photovoltaik. Im ersten Stock ist Dr. Ernst Drost von der Zentralstelle für Technologietransfer, sowie EDV-Administrator der Technischen Fakultät, Khalilullah Rehmani, eingezogen.



### Bio-Radar im SWR Fernsehen

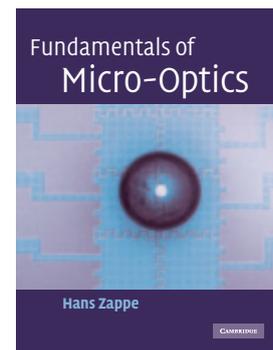
Das Bio-Radar, ein radarbasiertes Ortungssystem, war am 4. Dezember in der Reportage „Katastrophenhelfer aus Baden-Württemberg“ zu sehen. Es ermöglicht das Lokalisieren von Personen durch Schutt, Mauern, Sand oder Schnee, weil es kleinste Bewegungen wie Herzschlag und Atembewegungen registriert. Dadurch lässt sich innerhalb kürzester Zeit eine Aussage treffen, ob und wo sich lebende Personen unter Trümmern befinden.

[www.swr.de/landesschau-unterwegs](http://www.swr.de/landesschau-unterwegs)

### Fundamentals of Micro-Optics

IMTEK-Professor Hans Zappe gibt in seinem neuen Buch einen Abriss über Schlüsselgebiete der Mikrooptik, ihre Technologien und Anwendungsfelder. Das Buch kann bis Ende Januar über die Bibliothek der Technischen Fakultät zu einem Preis von 55 Euro bestellt werden.

Bei Interesse bitte Frau Hauser von der Bibliothek anschreiben: [Hauser@informatik.uni-freiburg.de](mailto:Hauser@informatik.uni-freiburg.de)



## ABGESCHLOSSENE DOKTORARBEITEN



Dr. Tayfun Gürel

### Adaptive funktionelle Modellierung neuronaler Aktivität

Neuronale Zellkulturen (NZK) sind lebende neuronale Netze, die aus Gewebe des Rattenhirns isoliert werden und sich außerhalb des Körpers neu bilden. Diese Netzwerke entwickeln spontane Aktivität mit reichhaltiger Struktur. In der Arbeit wurden rechnerische Methoden zur funktionellen Modellierung dieser neuronalen Netze entwickelt. Sie erlauben die zeitliche und räumliche Struktur der elektrischen Aktivität zu modellieren und ermöglichen die Vorhersage der Ausgangssignale. Dabei werden künstliche neuronale Netze mit zufälligen Architekturen, sogenannte Reservoir-Netze, verwendet. Der Schwerpunkt der Arbeit ist die effiziente Anpassung und Erweiterung der Reservoir-Lernalgorithmen, sowie deren erfolgreiche Anwendung zur funktionellen Modellierung biologischer neuronaler Netze.

Weitere Informationen: [www.freidok.uni-freiburg.de/volltexte/7787](http://www.freidok.uni-freiburg.de/volltexte/7787)



## ABGESCHLOSSENE DOKTORARBEITEN

---



Dr. Ulrich Bartsch

### **Elektret-basierte Mikrogeneratoren ernten Vibrationsenergie aus zwei Schwingungsrichtungen**

Ziel der Arbeit war die Entwicklung, Herstellung und Charakterisierung integrierter Mikrogeneratoren. Diese Generatoren sind in der Lage, Energie in Form von Vibrationen aus ihrer unmittelbaren Umgebung zu extrahieren und damit autarke Sensorsysteme mit Strom zu versorgen. Batterien und Kabel sind also überflüssig. Neu ist, dass diese Mikrogeneratoren Vibrationsenergie aus zwei Bewegungsrichtungen sammeln, und nicht wie bisherige Generatoren nur aus einer Bewegungsrichtung. Dies verbessert die Energieausbeute der Generatoren und vereinfacht ihre Installation in der Anwendung erheblich.

Weitere Informationen: [www.der-andere-verlag.de](http://www.der-andere-verlag.de), ISBN 978-3-86247-071-6



Dr. Kai Kratt

### **Herstellung von Mikrospulen mittels Drahtbondern**

Im Rahmen der Arbeit wurden dreidimensionale Mikrospulen mit Durchmessern im Bereich von wenigen 100 Mikrometern hergestellt und charakterisiert. Für die Fabrikation wickelt ein automatischer „Wire Bonder“ Golddraht um lithographisch strukturierte SU-8 Pfosten mit Durchmessern im Submillimeterbereich. Durch diese Kombination von Standardverfahren der Mikrosystemtechnik mit einer neuen Verwendung des „Wire Bonders“ wird der Prozessaufwand gering gehalten und es werden präzise Mikrospulen erzeugt, die auch kostengünstig in Massen gefertigt werden können. Die Hauptanwendung der Spulen liegt in der Mikro-Magnetresonanztomographie, mit der im Rahmen der Arbeit Zellen mit einer Auflösung von 10 Mikrometer untersucht wurden.

Weitere Informationen: [www.freidok.uni-freiburg.de/volltexte/7722](http://www.freidok.uni-freiburg.de/volltexte/7722)



Dr. Nils Paust

### **Passive und selbstregulierende Brennstoffversorgung für Direkt-Methanol-Brennstoffzellen**

Direkt-Methanol-Brennstoffzellen haben ein großes Potential für die Stromversorgung mobiler Geräte wie Handys, Notebooks, etc.. Aufgrund der Komplexität dieser Systeme sowie der vergleichsweise hohen Kosten pro Energieeinheit sind sie aber bislang nicht konkurrenzfähig. Im Rahmen der Arbeit wurde nun ein vollständig passives System entwickelt, das ohne Ventile oder Pumpen auskommt und die Zelle dennoch bedarfsgerecht mit Brennstoff versorgt. Das System nutzt ausschließlich Kapillarkräfte und spart darüber hinaus noch Bauraum und Kosten. An einem Prototyp wurde gezeigt, dass sich die Brennstoffzufuhr entsprechend dem Stromverbrauch selbst reguliert. Mehr als 40 Stunden Dauerbetrieb wurden somit möglich.

Weitere Informationen: [www.freidok.uni-freiburg.de/volltexte/7751](http://www.freidok.uni-freiburg.de/volltexte/7751)




---

## ABGESCHLOSSENE DOKTORARBEITEN

---



Dr. Monika Müller

### Energieautarke Mikro-Energiesysteme durch Photovoltaik im Inneren von Gebäuden

In der Arbeit wurden photovoltaische Mikro-Energie-Wandler untersucht, die im Inneren von Gebäuden eingesetzt werden. Ziel war die Bereitstellung einer elektrischen Leistung im Bereich von einigen Mikrowatt. Dazu wurden typische Bestrahlungsstärken, maximale photovoltaische Wirkungsgrade, optimale Materialien sowie geeignete Messmethoden analysiert. Darüber hinaus sind auf der Systemebene grundlegende Modelle energieautarker Bauteile entstanden, wie sie etwa für die drahtlose Sensorik von großer Bedeutung sind.

Weitere Informationen: [www.der-andere-verlag.de](http://www.der-andere-verlag.de), ISBN 978-3-86247-065-5



Dr. Lutz Riegger

### Back-End Prozesse in der Fertigung von Lab-on-a-Chip-Systemen

In der Arbeit wurden Prozessschritte untersucht, die der eigentlichen Mikrostrukturierung nachgeschaltet, aber für die Herstellung von Lab-on-a-Chip-Systemen dennoch wesentlich sind. Dazu gehören Vorbehandlungsschritte zur Oberflächenreinigung, die Hydrophilisierung von Oberflächen zur Unterstützung von kapillaren Befüllungsvorgängen, die selektive Hydrophobisierung zur definierten Flusskontrolle, die Vorlagerung von Trockenreagenzien sowie die biokompatible Deckelung von Polymersubstraten. Die Entwicklung wurde anhand eines Lab-on-a-Chip-Systems für die Diagnostik von Gebärmutterhalskrebs durchgeführt. Der Test beruht auf der Amplifikation von mRNA durch die sogenannte NASBA-Reaktion, wodurch die Anzahl von falschen positiven Ergebnissen reduziert werden kann.

Weitere Informationen: [www.freidok.uni-freiburg.de/volltexte/7823](http://www.freidok.uni-freiburg.de/volltexte/7823)



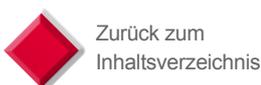
Dr. Sebastian Kisban

### Neuroimplantate in Silizium: Packaging und Anwendungen

In dieser Arbeit wurden Silizium-basierte 2D- und 3D-Mikroelektrodenarrays für die intrakortikale Signalaufnahme und die elektrische Stimulation im Bereich der Neurowissenschaften entwickelt. Die Arbeit beschreibt neue Herstellungsverfahren mit innovativen Aufbau- und Verbindungstechniken, um die Silizium-Mikrosonden mit Messverstärkern zu verbinden. Daneben wird die Implementierung von reaktiv gesputterten Iridiumoxid-Elektroden behandelt sowie die Konstruktion von Instrumenten, um den Insertionsvorgang und den subchronischen Einsatz von neuen Systemen zu vereinfachen. Die Mikroelektrodenarrays wurden mehrfach und erfolgreich in vivo getestet. Sie bieten die Möglichkeit hochpräzise Elektrodenanordnungen mit vertretbaren Herstellungskosten und anwendungsfreundlicher Handhabung zu verbinden.

Weitere Informationen: [www.der-andere-verlag.de](http://www.der-andere-verlag.de), ISBN 978-3-86247-063-1

Porträtaufnahmen auf  
S. 15 - 17: privat



Zurück zum  
Inhaltsverzeichnis

## IMTEK-Stellenbörse

Senior Scientist

### Senior Scientist im Bereich Mikrooptik / Nanophotonik

Ihre Aufgabe ist die Leitung eines Forschungsprogramms, das sich über die Themen durchstimmbare Mikrooptiken, nanophotonische Komponenten, Plasmonik und Optofluidik erstreckt. Vorausgesetzt wird eine Promotion in den Ingenieurwissenschaften, Physik oder einem adäquaten Fachbereich sowie eine mehrjährige Erfahrung in der Wissenschaft oder Industrie als PostDoc mit dem Schwerpunkt Mikrooptik oder Mikrosystemtechnik.

**Kontakt:** Prof. Dr. Hans Zappe (Mikrooptik)

Weitere Informationen: [www.imtek.de/micro-optics](http://www.imtek.de/micro-optics)

PostDoc

### MR-kompatible adaptive Mikrooptik

Adaptive Minilinsen aus PDMS sollen auf Anwendungsmöglichkeiten in der Kernspintomographie untersucht werden. Im Zentrum der Arbeit steht die Entwicklung von Objektiven zur optischen Unterstützung diverser MR-Methoden. Anspruchsvolles Optikdesign und die Kompatibilität der eingesetzten Materialien mit den sehr hohen Magnet- und RF-Feldern stellen eine große Herausforderung dar. Die Forschungsarbeiten erfolgen in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe für Medizinische Physik der Freiburger Uniklinik.

**Kontakt:** Prof. Dr. Ulrike Wallrabe (Mikroaktorik)

Weitere Informationen: [www.imtek.de/mikroaktorik](http://www.imtek.de/mikroaktorik)

Wissenschaftliche  
Mitarbeit/PostDoc

### Nukleinsäurediagnostik

Im Team erforschen und entwickeln Sie mit klinischen und industriellen Kooperationspartnern eine neue Technologieplattform zur Real-Time Amplifikation und Detektion von Nukleinsäuresequenzen auf Basis universeller DNA-Arrays. Anschließend demonstrieren Sie die Plattform anhand des Nachweises respiratorischer Krankheitserreger. Die Forschungsarbeiten umfassen die Kultivierung pathogener Erreger, die Extraktion von Nukleinsäuren mit mikrofluidischen Ansätzen, die Implementierung einer Konjugationschemie, die Erforschung einer neuen Oligonukleotidsondentechnologie und den Einsatz von Real-Time- und Multiplex-PCR sowie von isothermen Amplifikationstechniken.

**Kontakt:** Dr. Felix von Stetten, Prof. Dr. R. Zengerle (Anwendungsentwicklung)

Weitere Informationen: [www.imtek.de/anwendungen](http://www.imtek.de/anwendungen)

Wissenschaftliche  
Mitarbeit/Promotion

### Entwicklung einer körpernah tragbaren, mikrokonstruierten künstlichen Lunge

Im Focus des Projekts steht eine Generation von Gasaustauschern, die alle relevanten Eigenschaften aufweist, um Patienten mit chronischen Lungenerkrankungen eine geeignete Therapie zu ermöglichen. Hierzu wird ein mikrofluidischer Gasaustauscher entwickelt und charakterisiert. Anschließend wird ein Gehäuse- und Anschlusskonzept erarbeitet, das den körpernahen Einsatz des Gasaustauschers am Patienten ermöglicht. Hierbei werden Entwicklungen hinsichtlich Sicherheit, Ergonomie und Lebensqualität der Patienten im Vordergrund stehen.

**Kontakt:** Dr. Claas Müller, Prof. Dr. Holger Reinecke (Prozesstechnologie)

Weitere Informationen: [www.imtek.de/prozesst](http://www.imtek.de/prozesst)



Wissenschaftliche  
Mitarbeit/Promotion

### Novel concepts of nanodoping

The candidate will investigate the controlled growth of ZnO nanowire arrays by CVD on large areas; will contribute to the development of nanolithography, and should focus on novel concepts of nanodoping. The research will involve basic material research as well as applied research. Atomic layer deposition as well as chemical approaches based on self limiting chemical surface reactions can be used to control and change the surface properties of the wires. Methods for investigation of the nanodoping profile should be developed.

**Kontakt:** Prof. Dr. Margit Zacharias (Nanotechnologie)

Weitere Informationen: [www.imtek.de/nano](http://www.imtek.de/nano)

Wissenschaftliche  
Mitarbeit/Promotion

### Untersuchungen zur fluktuationsgesteuerten Nano-Mechanik lebender Zellen mit Photonischer Kraftmikroskopie

In Kooperation mit anderen Arbeitsgruppen beschäftigen Sie sich im Rahmen eines DFG-Projekts mit dynamischen optischen Fallen und ultrasensitiver Lichtstreuung, mit Zellmechanik auf nanoskaliger Ebene, Einzelmolekülmessungen, Computer-Simulationen. Sie verwenden Techniken, die bisher weltweit einmalig sind, und entdecken – hoffentlich – völlig neue Zusammenhänge im Bereich der Physik der weichen Materie, welche die Natur über Jahrtausende entwickelt hat.

**Kontakt:** Prof. Dr. Alexander Rohrbach (Bio- und Nanophotonik)

Weitere Informationen: [www.imtek.de/bnp](http://www.imtek.de/bnp)

Wissenschaftliche  
Mitarbeit/Promotion

### Chronotherapeutisches intradermales Mikroinfusionssystem

Im Rahmen des Projektes werden Mikronadelarrays aus Kunststoff zur Applikation von Wirkstoffen in die Haut eines Patienten entwickelt, gefertigt und charakterisiert. Hierfür werden Fertigungsprozesse in Kunststoff entwickelt. Themenschwerpunkte sind die großflächige Realisierung von Durchgangslöchern und die hierfür benötigte Entwicklung langzeitstabiler Werkzeuge. Sie werden für die Prozessentwicklung sowie für die Auswahl geeigneter Materialien und deren Charakterisierung verantwortlich sein.

**Kontakt:** Tina Rieper, Prof. Dr. Holger Reinecke (Prozesstechnologie)

Weitere Informationen: [www.imtek.de/prozesst](http://www.imtek.de/prozesst)

Wissenschaftliche  
Mitarbeit

### Chipintegrierte Brennstoffzelle

Das Gesamtziel des Projektes ist die Realisierung einer Konstantspannungsquelle als Basis für die Energiespeicherung und Versorgung von (smarten) Mikrosystemen. Grundlage ist eine im Mikrochip integrierte Brennstoffzelle.

**Kontakt:** Prof. Dr. Holger Reinecke (Prozesstechnologie)

Weitere Informationen: [www.imtek.de/prozesst](http://www.imtek.de/prozesst)

Wissenschaftliche  
Mitarbeit/Promotion

### MEMS basierte mikrofluidische Analysesysteme @ Bosch

Aufgabe dieser externen Promotion bei der Firma Bosch ist die Entwicklung von mikrofluidischen Analysesystemen (Lab-on-a-Chip) für die Analytik und Diagnostik sowie die Integration von einzelnen mikrofluidischen Komponenten zu einem Gesamtsystem.

**Kontakt:** Prof. Dr. Roland Zengerle (Anwendungsentwicklung)

Weitere Informationen: [www.imtek.de/anwendungen](http://www.imtek.de/anwendungen)



Promotionsstipendium

### Entwicklung elektretbasierter Mikrowandler

Ziel des Projekts im Rahmen des Graduiertenkollegs "Micro Energy Harvesting" ist die Entwicklung von neuen Techniken für die elektretbasierte, elektromechanische Energieernte über einen breiten Frequenzbereich von wenigen bis zu einigen Hunderten Hz. Dies lässt sich durch eine Reihe von Ansätzen erreichen, die hier prinzipiell, technologisch und experimentell zu untersuchen sind. In Kombination mit optimierten Elektretschichten sowie dreidimensionaler Integration sollen effiziente Energiewandler realisiert werden.

**Kontakt:** Prof. Dr. Oliver Paul (Materialien der Mikrosystemtechnik)  
 Weitere Informationen: [www.imtek.de/material](http://www.imtek.de/material)

Wissenschaftliche  
Mitarbeit/Promotion

### Resonante Magnetfeldsensoren

In diesem Projekt im Rahmen des Graduiertenkollegs "Embedded Microsystems" soll ein neuartiges Sensorprinzip zur resonanten Messung von schwachen Magnetfeldern weiterentwickelt werden, bei dem ein weichmagnetischer, strukturierter Magnetfeldkonzentrator mit einem mikromechanischen Siliziumresonator kombiniert wird. Im Projekt werden darauf aufbauend die konstruktiven Grundlagen und Technologien für die Realisierung eines energieeffizienten Systems zur Messung von zwei Magnetfeldkomponenten mit einem einzigen Resonator erarbeitet.

**Kontakt:** Prof. Dr. Oliver Paul (Materialien der Mikrosystemtechnik)  
 Weitere Informationen: [www.imtek.de/material](http://www.imtek.de/material)

Wissenschaftliche  
Mitarbeit/Promotion

### Selbstdiagnose und -kalibration von eingebetteten Mikrosystemen

Die Kalibration, Fehlerdiagnose und Nachkalibrierung von Mikrosensoren ist eine aufwendige, kostenintensive Tätigkeit, die kaum zu vermeiden, hoffentlich aber zu vereinfachen ist. Neue Methoden für magnetische Vierkontaktsensoren (Hallsensoren) beweisen eindrucksvoll, wie solche Vereinfachungen aussehen können. In diesem theoriebetonten Projekt mit experimenteller Überprüfung sollen nun die Fälle mechanischer Sensoren (Stress- oder Drucksensoren) untersucht sowie neue Methoden zum Umgang mit nichtlinearen Einflüssen auf die Sensorsignale entwickelt werden.

**Kontakt:** Prof. Dr. Oliver Paul (Materialien der Mikrosystemtechnik)  
 Weitere Informationen: [www.imtek.de/material](http://www.imtek.de/material)

Cluster-Manager

### Clustermanager der Mikrosystemtechnik Region Freiburg

Die Mission von Mikrosystemtechnik Baden-Württemberg (MST BW) ist die Verbreitung der Mikrosystemtechnik in der industriellen Umsetzung, in Forschung & Lehre, sowie in der Aus- und Weiterbildung. Für die Bereiche Technologietransfer, Wissensmanagement und Networking suchen wir einen engagierten Mitarbeiter (w/m) als Clustermanager in der Region Freiburg. Idealerweise verfügen Sie über ein Hochschulstudium im Bereich des (Wirtschafts-)Ingenieurwesens und über ein solides Basiswissen in der Mikrosystemtechnik und ihren typischen Anwendungsfeldern.

**Kontakt:** Peter Josef Jeuk, MST BW Freiburg  
 Weitere Informationen: [www.mstbw.de](http://www.mstbw.de)



## ANKÜNDIGUNGEN UND TERMINE

### FAM-Workshops: Dialog zwischen Wirtschaft und Wissenschaft



Mit den kostenlosen Freitag-Nachmittag-Workshops lädt das Forum für Angewandte Mikrosystemtechnik e.V. (FAM) zum Dialog zwischen Wirtschaft und Wissenschaft. Behandelt werden aktuelle Themen mit industrieller Relevanz und hohem Entwicklungsbedarf.

**Ort/Uhrzeit:** Technische Fakultät, Universität Freiburg, Georges-Köhler-Allee 101, 79110 Freiburg, Raum 02-16/18, 14:00-18:00 Uhr

Weitere Informationen unter [www.imtek.de/fam](http://www.imtek.de/fam)

#### Lab-on-a-Chip-Systeme

11.02.2011



**Dr. Felix von Stetten (IMTEK/HSG-IMIT)**

Wir demonstrieren mit Praxisbeispielen die Miniaturisierung und Automation biochemischer und biomolekularer Tests durch folienbasierte Lab-on-a-Chip-Systeme. Daraus ergeben sich neue Perspektiven für Anwender biochemischer Tests, Hersteller von klassischen Laborgeräten (Zentrifugen, Thermocycler, etc.) sowie für Unternehmen auf dem Gebiet der Verpackung von Medikamenten.

**Weitere Informationen zum Programm:**

[www.imtek.de/fam/Lab-on-a-Chip-Systeme\\_Infos zum Workshop.pdf](http://www.imtek.de/fam/Lab-on-a-Chip-Systeme_Infos%20zum%20Workshop.pdf)

**Anmeldung bis zum 1. Februar 2011 über**

[www.imtek.de/fam/Antwortfax\\_Lab-on-a-Chip-Systeme.pdf](http://www.imtek.de/fam/Antwortfax_Lab-on-a-Chip-Systeme.pdf)

#### Micro Energy Harvesting

25.02.2011



**Prof. Dr. Peter Woias (IMTEK)**

Micro Energy Harvesting ist eine zukunftsweisende Technologie zur Energieversorgung verteilter, eingebetteter Systeme durch die Wandlung mechanischer, thermischer, optischer oder chemischer Energie aus ihrer unmittelbaren Umgebung. Dieses Konzept ersetzt bzw. ergänzt die bisherige batterie- oder kabelgebundene Energieversorgung und ermöglicht völlig neue, energieautarke Systeme. Der Workshop gibt einen Überblick über den Stand der Technik und zeigt Perspektiven für Forschung und Anwendung auf.

#### IMTEK auf der i+e Messe

20.-22.01.2011



Das IMTEK informiert über das Studium der Mikrosystemtechnik und stellt zu Neurotechnologie, Mikroenergiequellen, intelligenter Sensorik und Lab-on-a-Chip-System aus. Gratis-Eintrittskarten gibt es vormittags im Institutssekretariat (Raum 102 00 087) solange der Vorrat reicht.

**Ort:** Messe Freiburg, Halle 2, Stand F102 / G103

[www.ie-messe.de](http://www.ie-messe.de)



## ANKÜNDIGUNGEN UND TERMINE

### Fakultätskolloquium

**Prof. Dr. Klaus Thoma,** **20.01.2011**

Director Fraunhofer Institute for High-Speed Dynamics,  
Ernst-Mach-Institut, Freiburg:  
*„Sicherheitsforschung: Ein neues interdisziplinäres Forschungsgebiet?“*

**Prof. Dr. Kofi A. A. Makinwa** **10.02.2011**

Electronic Instrumentation Laboratory, Dept. of Microelectronics,  
Faculty of Electrical Engineering, Mathematics and Computer Science,  
Delft university of Technology:  
*(Der Titel des Vortrages wird noch bekannt gegeben)*

**Ort/Uhrzeit:** Technische Fakultät, Gebäude 101,  
Georges-Köhler-Allee 101, 79110 Freiburg, Raum 02-16/18, 16:00-17:30 Uhr

### FAM – Brown Bag Lectures

#### Was sind Brown Bag Lectures?

Es ist erlaubt und erwünscht, mitgebrachte Speisen (in der Brown Bag = Brötchentüte) mitzunehmen und zu verzehren. Also die ideale Kombination von Nahrung für Kopf und Bauch. Für diejenigen, die sich nicht selbst mit Essen versorgen können, hält das FAM Brown Bags bereit.

#### Rahmenthema im WS 10: Supply Chain / Produktionstechniken

Sabine Machlitt, testo AG, Lenzkirch **18.01.2011**  
*„Globales Lieferantenmanagement“*

Dr. Andreas Friedel, Hüttinger Elektronik, Freiburg **25.01.2011**  
*„Marktsynchroner Einzelstückfluss mit System“*

Hans-Jürgen Reuber, NG-LITEF, Freiburg **01.02.2011**  
*„Arbeitsqualität sichert Produktqualität“*

Bernhard Füger, SICK AG, Waldkirch **08.02.2011**  
*„Wertstromangepasstes Produktionssystem“*

**Ort/Uhrzeit:** Technische Fakultät, Gebäude 101,  
Georges-Köhler-Allee 101, 79110 Freiburg, Raum 010/014, 13:00 Uhr

- ◆ **Rückmeldungen** für diesen Newsletter bitte an: [newsletter@imtek.uni-freiburg.de](mailto:newsletter@imtek.uni-freiburg.de)
- ◆ **Anmeldung:** Sie möchten unseren Newsletter abonnieren? Klicken Sie bitte hier: [subscribe](#)
- ◆ **Abmeldung:** Sie möchten unseren Newsletter abbestellen? Klicken Sie bitte hier: [unsubscribe](#)

#### IMPRESSUM

- ◆ **Herausgeber:** Institut für Mikrosystemtechnik (IMTEK),  
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Internet: [www.imtek.uni-freiburg.de](http://www.imtek.uni-freiburg.de)
- ◆ **Konzeption und Redaktion:** Prof. Dr. Roland Zengerle, Dr. Ursula Zengerle,  
Katrin Grötzinger, Natascha Thoma-Widmann
- ◆ **Kontakt:** [katrin.groetzing@imtek.uni-freiburg.de](mailto:katrin.groetzing@imtek.uni-freiburg.de), Tel. 0761/203-7252
- ◆ **Stand:** Dezember 2010

Der Newsletter erscheint ca. 4 mal pro Jahr. Sämtliche Beiträge sind sorgfältig zusammengetragen. Eine Gewähr für die Richtigkeit des Inhalts kann nicht übernommen werden. Alle Fotos – soweit nicht anders gekennzeichnet – sind Eigentum des IMTEK. Nachdruck nur mit Genehmigung der Redaktion.