

# Jahresbericht 2014



# Standorte und Kontakt

**Drei Standorte, eine Philosophie:** Ob in Stuttgart, Villingen-Schwenningen oder Freiburg – wir stehen für kundenorientierte Forschungs-, Entwicklungs- und Fertigungsdienstleistungen. Rund 170 Beschäftigte an drei Standorten in Baden-Württemberg arbeiten unter dem Dach von Hahn-Schickard eng zusammen.



## ■ Hahn-Schickard, Stuttgart

Allmandring 9B, 70569 Stuttgart  
Telefon +49 711 685-83712  
Fax +49 711 685-83705  
E-Mail [Info@Hahn-Schickard.de](mailto:Info@Hahn-Schickard.de)

- > Mikrotechnik, Aufbau- und Verbindungstechnik, Systemintegration, Zuverlässigkeit, Mikromontage, TransferFab
- > Institutsleitung  
Prof. Dr.-Ing. André Zimmermann

## ■ Hahn-Schickard, Villingen-Schwenningen

Wilhelm-Schickard-Str. 10, 78052 Villingen-Schwenningen  
Telefon +49 7721 943-0  
Fax +49 7721 943-210  
E-Mail [Info@Hahn-Schickard.de](mailto:Info@Hahn-Schickard.de)

- > Mikrosystemtechnik, MEMS-Foundry, Sensorentwicklung, Systemintegration, Cyber-Physikalische Systeme, Industrie 4.0
- > Institutsleitung  
Prof. Dr.-Ing. Yiannos Manoli  
Prof. Dr.-Ing. Roland Zengerle

## ■ Hahn-Schickard, Freiburg

Georges-Köhler-Allee 103, 79110 Freiburg  
Telefon +49 761 203-73275  
Fax +49 761 203-73299  
E-Mail [Info@Hahn-Schickard.de](mailto:Info@Hahn-Schickard.de)

- > Themenschwerpunkte  
Lab-on-a-Chip Design + Foundry Service, Mikroanalyseysteme, Mikroelektronik
- > Institutsleitung  
Prof. Dr.-Ing. Yiannos Manoli  
Prof. Dr.-Ing. Roland Zengerle



## Sehr geehrte Damen und Herren,

die Hahn-Schickard-Gesellschaft hat ein neues Erscheinungsbild. Mit einem neuen Logo und dem Markennamen Hahn-Schickard lassen wir die Ära der komplizierten Abkürzungen und Verwechslungen hinter uns. Wir sind alle Hahn-Schickard – ob an unserem Standort in Stuttgart, in Villingen-Schwenningen oder in Freiburg. 170 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter betreiben für Sie bei Hahn-Schickard Vorlaufforschung auf den Gebieten Mikrosystemtechnik, Mikroaufbautechnik, Mikroanalyseysteme sowie Informationstechnik. Gemeinsam mit Ihnen und für Sie überführen wir neue Produktvisionen in innovative Produkte. Damit Sie künftig noch schneller Ihren idealen Ansprechpartner bei Hahn-Schickard finden, haben wir unser gemeinsames Leistungsspektrum neu strukturiert und präsentieren Ihnen dieses im Internet ab sofort aus einem Guss. Gehen Sie auf Entdeckungstour! Wir sind gespannt zu erfahren, wie Ihnen dieser neue Auftritt gefällt.

2014 war auch ein Jahr mit bedeutsamen personellen Veränderungen. Dr. Harald Stallforth ist bei Aesculap AG in den Vorruhestand eingetreten. Er hat deshalb im Mai 2014 nach über 20 Jahren als Vorsitzender des Vorstands bei Hahn-Schickard auch dieses Amt an Herrn Dr. Volker Nestle von Festo AG & Co. KG weitergegeben. Herr Dr. Stallforth hat unsere Entwicklung über drei Jahrzehnte äußerst erfolgreich geprägt und so freuen wir uns, dass er uns als reguläres Vorstandsmitglied noch weiter unterstützt. Ende Juni ist Prof. Dr. Holger Reinecke aus der Riege der Hahn-Schickard-Institutsleiter ausgeschieden, um bei unserem langjährigen Kunden,

der Firma Schölly Fiberoptic GmbH aus Denzlingen, den Vorsitz der Geschäftsführung zu übernehmen. Wir wünschen Herrn Dr. Reinecke viel Erfolg für diese neue und spannende Aufgabe! Die Reihe der personellen Veränderungen auf Leitungsebene war damit aber noch nicht abgeschlossen. Zum Jahreswechsel 2014/2015 hat Prof. Dr. Heinz Kück nach 17 Jahren die Leitung des Stuttgarter Instituts an seinen Nachfolger, Prof. Dr. André Zimmermann, vormals in der zentralen Entwicklung bei der Robert Bosch GmbH, übertragen.

Forscher und Entwickler müssen sich ständig an Veränderungen anpassen und diese stehen uns auch im laufenden Jahr bevor. Mit großer Freude haben wir im November die gemeinsame Ankündigung der beiden Landtagsfraktionen der Grünen und der SPD aufgenommen, dass der Freiburger Institutsteil als drittes Institut bei Hahn-Schickard ab 2016 mit einer eigenen Grundfinanzierung in Höhe von jährlich 1,5 Millionen Euro ausgestattet wird. Diese Entscheidung ist nicht nur eine Reaktion auf unsere sehr dynamische Entwicklung über die letzten Jahre am Standort Freiburg, sondern ist auch mit dem Auftrag verbunden, am Standort Villingen-Schwenningen die spannenden Themen „Industrie 4.0“ und „Cyber-Physical Systems“ auf- bzw. auszubauen. Wir freuen uns auf die neuen Herausforderungen und arbeiten damit weiter nicht nur an unserer eigenen, sondern vor allem auch an Ihrer Zukunft!

Ihre Hahn-Schickard-Institutsleiter

# Inhaltsverzeichnis

Standorte und Kontakt	2
Grußwort	3
Inhaltsverzeichnis	4
Mission	5
Organe und Gremien	6
Mitglieder	8
Hahn-Schickard in Zahlen	9
Angebot und Anwendungsfelder	10
Netzwerke und Kooperationen	12
Highlights	14
Schnelle Diagnose von lebensgefährlichen Blutvergiftungen bei Neugeborenen	16
Pestizidnachweis mit AutoDip – eine neue Plattform für die Analyse von inhomogenen Proben	18
Tragbare Sensorik und intelligente Datenanalyse für die individualisierte Parkinson-Therapie	20
MegaMic-Mikroventile auf Kometen „Tschuri“	22
Kapazitive Drucksensoren für weiße Ware	24
Industrie 4.0: Die nächste (R)Evolution	26
Mobile Sensorik für das Internet der Dinge	28
Sensorsysteme für Walzenpressen in der Papierproduktion	30
Kostengünstiges Packaging für kleine und mittlere Stückzahlen mittels Film-Assisted Molding auf Leiterplatten	32
Selbstadaptierende Energy Harvester für die energieautarke Zustandsüberwachung von Schiffsgetriebenen	34
Elektrische Leiterbahnen auf spritzgegossenen Keramiksubstraten	36
Drucken von Antennen auf Duroplastgehäusen	38
Mitwirkung in Gremien	40
Publikationen	42
Publikationen in Journalen und Büchern	42
Publikationen auf Kongressen, Tagungen und Workshops	45
Habilitationen und Promotionen	51
Studentische Abschlussarbeiten	52
Lehrveranstaltungen	56
Patente und Gebrauchsmuster	58
Impressum	62

## Hahn-Schickard: Drei Standorte, dieselbe Mission

### **F+E Dienstleister**

Wir entwickeln für Sie: von der ersten Idee bis hin zur Produktion – branchenübergreifend.

### **Problemlöser**

Wir nehmen Ihre Herausforderungen an und erarbeiten gemeinsam mit Ihnen intelligente Lösungen.

### **Zukunftsgestalter**

Wir sind einen Schritt voraus: Wir machen Vorlauforschung und bereiten Innovationen vor, die wir gemeinsam mit Ihnen in Produkte umsetzen.

### **Partner**

Wir sind regional verwurzelt und zugleich global gefragt.

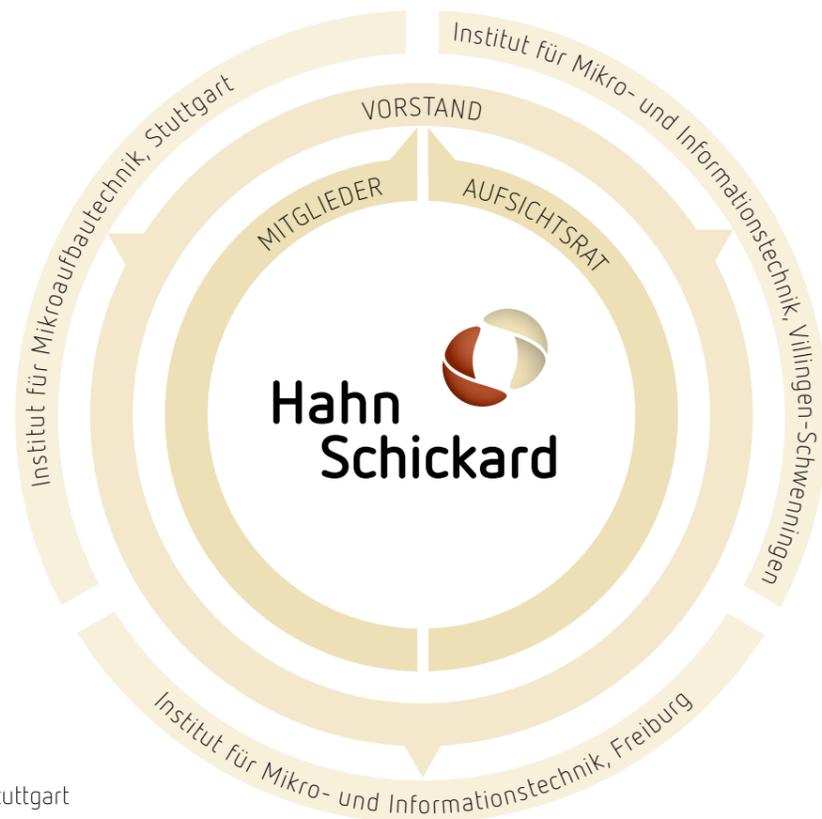
[www.Hahn-Schickard.de](http://www.Hahn-Schickard.de)



# Organe und Gremien

v.l.n.r.: Dr. Ernst Kellermann, Clemens Pecha, Uwe Remer, Thomas Albiez, Prof. Roland Zengerle, Dr. Volker Nestle, Dr. Harald Stallforth, Dr. Wolfgang Spreitzer, Prof. Holger Reinecke, Prof. Yiannos Manoli, Prof. Heinz Kück

## Organe



**Hahn-Schickard, Stuttgart**  
 Institutsleitung:  
 Prof. Dr.-Ing. André Zimmermann

**Hahn-Schickard, Villingen-Schwenningen, Freiburg**  
 Institutsleitung:  
 Prof. Dr.-Ing. Yiannos Manoli  
 Prof. Dr.-Ing. Roland Zengerle (Sprecher)

## Vorstand

**Vorsitzender:**  
 Dr. Harald Stallforth (bis April 2014)  
 AESCULAP AG

Dr. Volker Nestle (ab Mai 2014)  
 Festo AG & Co. KG

**Stellv. Vorsitzende:**  
 Ernst Kellermann  
 Marquardt GmbH

Dr. Wolfgang Spreitzer  
 Gruner AG

Dr. Harald Stallforth (ab Mai 2014)  
 AESCULAP AG

**Schatzmeister:**  
 Thomas Albiez  
 IHK Schwarzwald-Baar-Heuberg

**ständiger Gast:**  
 Uwe Remer (ab Januar 2014)  
 ZE mechatronic GmbH & Co. KG

## Aufsichtsrat

**Vorsitzender:**  
 Ministerialdirigent Günther Leßnerkraus  
 Ministerium für Finanzen und Wirtschaft Baden-Württemberg

Ministerialrätin Susanne Ahmed  
 Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg

Prof. Dr. Michael Auer  
 Steinbeis-Stiftung

Dr. Georg Bishopink  
 Robert Bosch GmbH

Eckehardt Keip  
 Northrop Grumman LITEF GmbH

Dr. Rupert Kubon  
 Oberbürgermeister Große Kreisstadt VS

Prof. Dr.-Ing. Gisela Lanza  
 Institut für Produktionstechnik des Karlsruher Instituts für Technologie

Dr. Mirko Lehmann  
 IST AG

Prof. Dr. Ulrich Mescheder  
 Institut für Angewandte Forschung, Hochschule Furtwangen

Prof. Dr. Wolfgang Osten  
 Institut für Technische Optik, Universität Stuttgart

Prof. Dr.-Ing. Peter Post  
 Festo AG & Co. KG

Prof. Dr. Ulrike Wallrabe  
 Institut für Mikrosystemtechnik, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

# Mitglieder

## Eine Mitgliedschaft bei Hahn-Schickard lohnt sich.

Als Mitglied von Hahn-Schickard nehmen Sie Einfluss auf unsere thematische Ausrichtung, auf die Zukunftsthemen, die wir anpacken, und bleiben stets im Bilde über die Ergebnisse unserer Vorlauforschung.

Wenn es um Förderprojekte oder die Vermittlung von Partnern geht, stellen wir regionale, nationale und internationale Kontakte für Ihr Geschäft her. Über unsere engen Verbindungen zu Universitäten und anderen Forschungseinrichtungen sind Sie mit uns immer am Puls der Zeit.

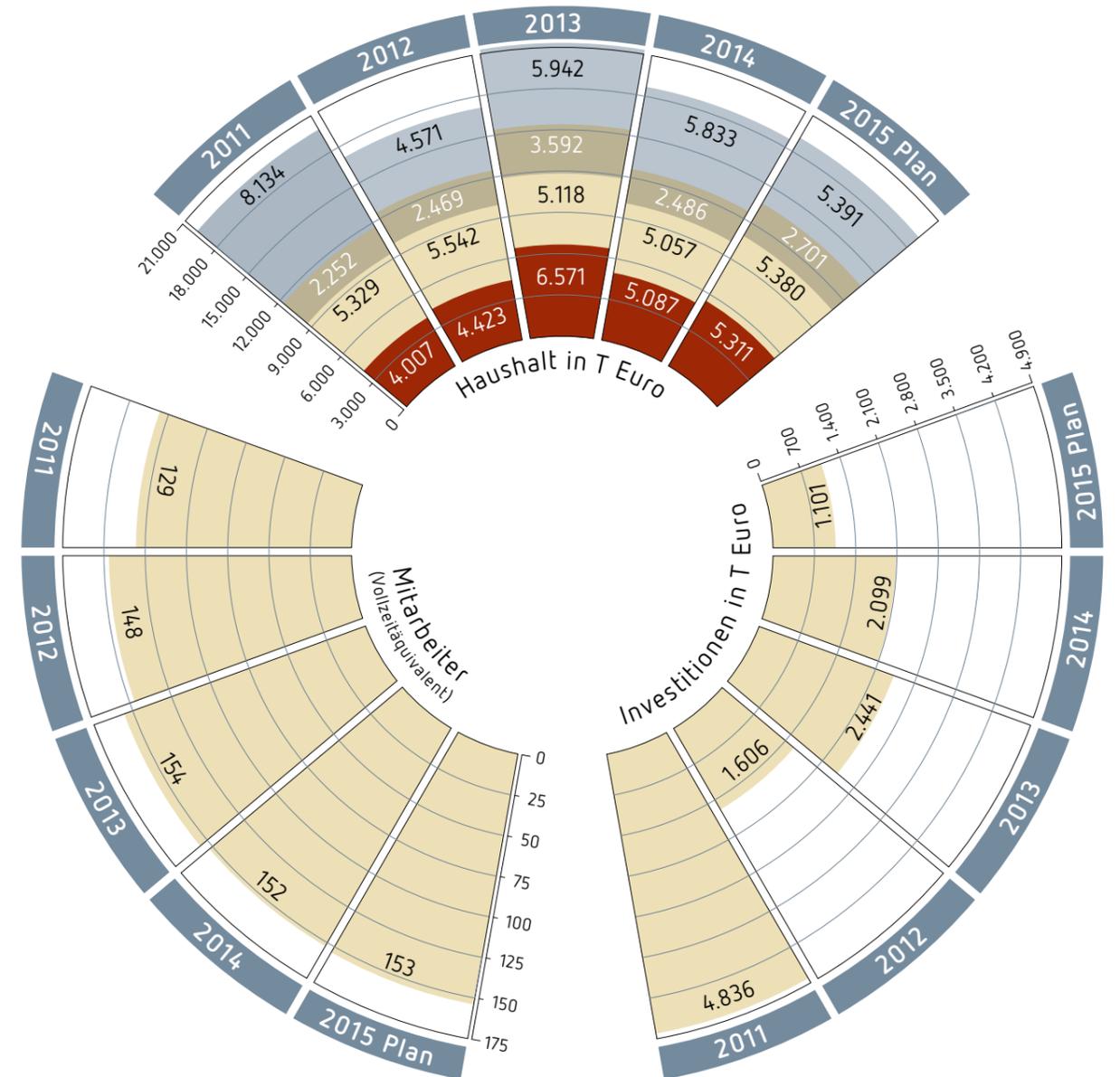


Auszug unserer Mitglieder

# Hahn-Schickard in Zahlen

Farbcodierung bei Haushalt:

- Grund- und Investitionsfinanzierung
- Sonstige
- Öffentliche Erlöse
- Industrie-Erlöse



# Unser Angebot

Wir haben unser gesamtes Dienstleistungsportfolio neu strukturiert und präsentieren dieses nun aus einem Guss. Denn egal ob in Stuttgart, Villingen-Schwenningen oder Freiburg – wir stehen für kundenorientierte, industriennahe, anwendungsorientierte Forschung, Entwicklung und Fertigung in der Mikrosystemtechnik. In vertrauensvoller Zusammenarbeit mit der Industrie realisieren wir innovative Produkte und Technologien in den Zukunftsfeldern Industrie 4.0, Lebenswissenschaften und Medizintechnik, Nachhaltigkeit, Energie und Umwelt sowie Mobilität und Bewegung.

## Von der Idee bis zur Produktion

### ■ Leistungen

- > Sensoren
- > Aktorik + Dosiertechnik
- > Mikroelektronik
- > Integrierte Mikrosysteme
- > Analytik + Lab-on-a-Chip
- > Energy Harvesting + Energiemanagement
- > Informationstechnik
- > Mess- und Prüftechnik, Schadensanalytik
- > Modellierung + Zuverlässigkeit

### ■ Technologien

- > Siliziumtechnologie
- > Präzisionsbearbeitung
- > Kunststoff- und Spritzgießtechnik
- > Strukturierung von Oberflächen
- > Mikromontage + Packaging
- > Drucktechniken

### ■ Fertigung

- > MEMS Foundry
- > TransferFab
- > Lab-on-a-Chip Design + Foundry Service

# Anwendungsfelder

### ■ Industrie 4.0

- > Cyber Physical Systems
- > Sichere + robuste Datenübertragung
- > Konfigurierbare Kamera für Mikrosysteme

### ■ Mobilität + Bewegung

- > Positions- und Bewegungserfassung
- > 3D-Magnetfeldsensoren
- > Optikmodule
- > Navigation
- > Stabilisierung bewegter Objekte
- > 360°-Neigungsmessung

### ■ Lebenswissenschaften + Medizintechnik

- > Medizinprodukte + medizinische Instrumente
- > Point-of-Care-Diagnostik
- > Assistenzsysteme + Rehabilitation
- > Smart Home + Living
- > Funktionelle Beschichtungen

### ■ Nachhaltigkeit, Energie + Umwelt

- > Generative Fertigungsverfahren
- > Klimatechnik
- > Smart Metering
- > Condition Monitoring



# Netzwerke und Kooperationen

Die Informations-, Kommunikations- und Mikrosystemtechnik sind im Südwesten Deutschland verdichtet wie nirgends im Rest der Republik. Neben den Landesuniversitäten mit technischer Ausrichtung verbinden zahlreiche Netzwerke die Akteure aus Industrie, Forschung und Ausbildung. Wir betreiben Networking, um den Transfer eigener Technologien voranzutreiben und um schnell und orientiert am Bedarf unserer Kunden neue Partnerschaften aufzubauen.



## Regional verwurzelt, global gefragt, bestens vernetzt



Hahn-Schickard ist Teil der Innovationsallianz Baden-Württemberg (innBW), einem Bündnis unabhängiger Forschungsinstitute. Diese betreiben ergebnisorientierte Auftragsforschung in den wichtigen Zukunftsfeldern nachhaltige Mobilität, Umwelttechnologie und Ressourceneffizienz, Gesundheit und Pflege, Information und Kommunikation.



TechnologyMountains versteht sich als Bindeglied zwischen Wirtschaft und Wissenschaft und initiiert gemeinsam mit den Mitgliedern Entwicklungs- und Kooperationsprojekte. Aufgabe und Zweck des Technologie-Netzwerks ist es, Synergien zu schaffen, Kompetenzen systematisch zu fördern und zu vernetzen und neue Innovationen voranzutreiben.



MicroTEC Südwest ist ein branchenübergreifender Technologiecluster im Südwesten Deutschlands. Im wachstumsorientierten Sektor der Mikrosystemtechnik zählt MicroTEC Südwest mit seinen über 360 Clusterpartnern zu den größten Technologie-Netzwerken in Europa. Hahn-Schickard ist Premium-Mitglied und unterstützt als Gründungsmitglied das Mikrosystemtechnik-Netzwerk mit Sitz in Freiburg.



Damit auch für kleinere und mittelgroße Unternehmen Projekte in der Mikrosystemtechnik leichter realisierbar sind, arbeiten wir intensiv mit Fördereinrichtungen zusammen, wie die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen (AiF), über deren Netzwerk wir bereits viele Projekte für die Industrie erfolgreich umgesetzt haben.



Universitäten und Hochschulen bilden die Ingenieure der Zukunft aus. Wir sind bestens vernetzt mit dem Institut für Mikrointegration (IFM) der Universität Stuttgart. Prof. Dr.-Ing. André Zimmermann, Hahn-Schickard-Institutsleiter in Stuttgart, leitet in Personalunion auch das IFM und betreibt dort Grundlagenforschung auf dem Gebiet der Zuverlässigkeit mikrotechnischer Baugruppen. Dies umfasst insbesondere die Aufklärung von Schädigungsmechanismen sowie das ganzheitliche modellbasierte Design für die Aufbau-, Gehäuse- und Verbindungstechnik für Mikrosysteme. In der Lehre ist das IFM für das Spezialisierungsfach Mikrosystemtechnik im Masterstudiengang Maschinenbau/Mikrotechnik, Gerätetechnik und Technische Optik an der Universität Stuttgart zuständig.



Hervorragend vernetzt sind wir auch mit dem Institut für Mikrosystemtechnik (IMTEK) der Universität Freiburg. Das IMTEK umfasst gegenwärtig 24 Professuren, etwa 370 wissenschaftliche Mitarbeiter sowie etwa 650 Studierende. Es gehört damit zu den weltweit größten und führenden akademischen Forschungszentren auf dem Gebiet der Mikrosystemtechnik. Seine Forschungsschwerpunkte sind: energieautonome Mikrosysteme, Smart Systems Integration, Lab-on-a-Chip und medizinische Mikrosysteme, smarte Materialien, Oberflächen und Prozesse sowie optische Systeme. Die Hahn-Schickard-Institutsleiter der Standorte Villingen-Schwenningen und Freiburg, Prof. Dr.-Ing. Yiannos Manoli und Prof. Dr.-Ing. Roland Zengerle, leiten am IMTEK die Fritz-Hüttinger-Professur für Mikroelektronik sowie den Lehrstuhl für Anwendungsentwicklung.



# Highlights



## ■ Sensorik

- > Tragbare Sensorik und intelligente Datenanalyse für die individualisierte Parkinson-Therapie
- > MegaMic-Mikroventile auf Kometen „Tschuri“
- > Kapazitive Drucksensoren für weiße Ware



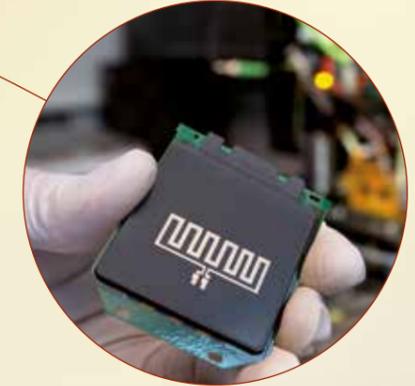
## ■ Industrie 4.0

- > Industrie 4.0: Die nächste (R)Evolution
- > Mobile Sensorik für das Internet der Dinge
- > Sensor-Systeme für Walzenpressen in der Papierproduktion
- > Kostengünstiges Packaging für kleine und mittlere Stückzahlen mittels Film-Assisted Molding auf Leiterplatten



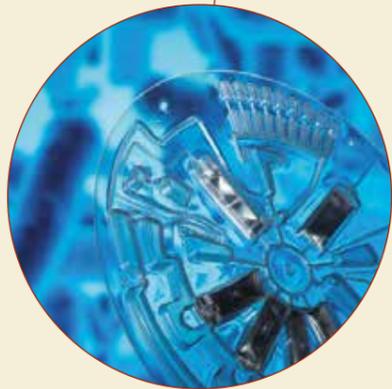
## ■ Energy Harvesting + Energiemanagement

- > Selbstadaptierende Energy Harvester für die energieautarke Zustandsüberwachung von Schiffsgetriebenen



## ■ Strukturierung von Oberflächen

- > Elektrische Leiterbahnen auf spritzgegossenen Keramiksubstraten
- > Drucken von Antennen auf Duroplastgehäusen



## ■ Lebenswissenschaften + Medizintechnik

- > Schnelle Diagnose von lebensgefährlichen Blutvergiftungen bei Neugeborenen
- > Pestizidnachweis mit AutoDip – eine neue Plattform für die Analyse von inhomogenen Proben

# Schnelle Diagnose von lebensgefährlichen Blutvergiftungen bei Neugeborenen

Bei Neugeborenen kann eine Infektion innerhalb von Stunden einen lebensbedrohlichen Zustand hervorrufen, die sogenannte neonatale Sepsis. Die auslösenden Krankheitserreger können mit gängigen Analyseverfahren meist erst nach einigen Tagen identifiziert werden, was eine patienten-spezifische Antibiotika-Therapie oft nicht zulässt. Im Projekt ASCMicroPlat wurde daher ein Lab-on-a-Chip-System für eine schnelle Diagnose entwickelt, die eine spezifische und daher effektivere Antibiotika-Therapie erlaubt.

Bei Neugeborenen wird eine Blutvergiftung (neonatale Sepsis) meist durch bakterielle Krankheitserreger ausgelöst. Teilweise verläuft die Krankheit derart schnell, dass sich innerhalb von Stunden ein lebensbedrohlicher Zustand einstellt. Um eine zielgerichtete Antibiotika-Therapie einleiten zu können, ist ein schnelles Diagnoseverfahren zur Identifikation der Erreger erforderlich. Herkömmliche Verfahren können die Krankheitserreger aber meist erst nach einigen Tagen nachweisen, weshalb Laborergebnisse oft nicht abgewartet, sondern bei ersten Anzeichen der Krankheit unspezifische Breitband-Antibiotika zur Therapie verwendet werden. Sind Resistenzen vorhanden oder ist der jeweilige Erreger dadurch nicht abgedeckt, so ist die Therapie unwirksam. Ferner begünstigen Breitband-Antibiotika die Verbreitung von Erregern, die diesen gegenüber resistent sind.

Im Projekt ASCMicroPlat wurde der Ansatz verfolgt, dieses diagnostische „Dilemma“ durch einen neuen Lab-on-a-Chip-Schnelltest für neonatale Sepsis zu lösen. Dieser ermöglicht eine Vielzahl möglicher Erreger durch eine komplett automatisierte DNA-Analyse der Probe auf einem einfach bedienbaren rotierenden Testträger, der sogenannten LabDisk, gleichzeitig nachzuweisen. Mit den vorliegenden Labormustern wurde die Funktionalität der Technologie erfolgreich demonstriert und eine gute Grundlage für eine sich nun anschließende Produktentwicklung gelegt. Der Anwender des Schnelltests benötigt zum Nachweis keine komplexe Laborumgebung mehr. Die Analyse könnte somit künftig ohne spezielle Kenntnisse schnell und unmittelbar vor Ort in einem tragbaren Analysegerät durchgeführt werden. Dadurch könnte, ausgehend von einer Blutprobe,

die dem Neugeborenen entnommen wird, ein Sepsis-Erreger innerhalb von drei bis vier Stunden identifiziert werden. Diese schnelle Analyse würde es ermöglichen, eine spezifische Antibiotikatherapie ohne Breitband-Antibiotika zeitnah einzuleiten.

Künftig kann das Lab-on-a-Chip-System neben dem Nachweis der neonatalen Sepsis für die schnelle patientennahe Diagnostik weiterer Infektionskrankheiten eingesetzt werden, z. B. bei Infektionen der Atemwege, bei Hepatitis oder vielen weiteren Indikationen, bei denen eine schnelle Genotypisierung der DNA in der Probe erforderlich ist.



## Kontaktperson

Dipl.-Ing. Gregor Czilwik  
Telefon: + 49 761 203-73231  
Gregor.Czilwik@Hahn-Schickard.de



## Pestizidnachweis mit AutoDip – eine neue Plattform für die Analyse von inhomogenen Proben

**Komplexe, grob strukturierte oder extrem zähflüssige Probenlösungen, wie sie in der Diagnostik oder Lebensmittelanalytik vorkommen, stellen immer noch eine Herausforderung für Analysesysteme mit feinen Mikrokanälen dar. Sie verstopfen leicht, sei es durch Partikel oder durch Gasblasen. Unsere neue Analyse-Plattform AutoDip hingegen ermöglicht die vollautomatische Analyse fester oder inhomogener Proben wie Obst oder Gemüse mit minimalem Aufwand an Probenvorbereitung.**

Herzstück der neuen AutoDip-Plattform ist eine handliche Kartusche mit integrierter Kugelschreibermechanik. Eine Auf- und Abbewegung durch einen einfachen externen Antrieb wird von der Mechanik in eine Drehbewegung übersetzt. Dies ermöglicht das sequenzielle Eintauchen einer funktionalisierten Festphase (z. B. eines Biosensors) in die Reagenzien und die Probe, und damit die vollautomatische Durchführung eines biochemischen Analyseprotokolls.

Das komplette System passt in einen Koffer und ist somit für eine schnelle Vor-Ort-Analyse geeignet. Durch die einfache Mechanik verspricht die AutoDip-Plattform eine zuverlässige Automatisierung. Potenziell können AutoDip-Kartuschen als Einwegteile ausgelegt und nach der Probenzugabe vollständig verschlossen werden. Damit könnten auch infektiöse Proben mit geringem Risiko analysiert werden.

Durch den Einsatz eines Biosensors als Festphase ermöglicht AutoDip die Detektion von Pestiziden. Ein Organophosphat-Pestizid, das einer Apfelprobe zugesetzt wurde, konnte mit AutoDip erfolgreich nachgewiesen werden. Im Gegensatz zu konventionellen Verfahren der Pestizidanalytik von Lebensmitteln besitzt der Nachweis von Organophosphat-Pestiziden mit elektrochemischen Biosensoren hohes Potenzial für eine schnelle und günstige Vor-Ort-Analytik. Trotz intensiver Forschungsarbeiten ist jedoch bisher kein automatisiertes System dieser Art für die Lebensmittelanalyse am Markt erhältlich. Ein Grund dafür war bislang die Herausforderung, komplexe, grob strukturierte Probenmatrizes verarbeiten zu können. Diese Lücke wird durch AutoDip geschlossen. Für eine Pestizidanalyse



mit der neuen Plattform muss Obst oder Gemüse lediglich in einem Küchenmixer zerkleinert und der pH-Wert der Probe eingestellt werden.

### **Kontaktperson**

Dr. Lisa Drechsel  
Telefon: +49 761 203-73264  
Lisa.Drechsel@Hahn-Schickard.de

## Tragbare Sensorik und intelligente Datenanalyse für die individualisierte Parkinson-Therapie

Zusammen mit dem Medizintechnik-Unternehmen HASOMED GmbH Magdeburg, Medizinern der Eberhard-Karls-Universität Tübingen und Partnern aus Großbritannien, Portugal und Norwegen haben wir von Hahn-Schickard ein Sensorsystem für die Analyse und Klassifizierung motorischer Symptome von Parkinsonpatienten entwickelt. Das System ist im Alltag auch ohne ärztliche Unterstützung einsetzbar und bietet vielversprechende Perspektiven für eine individualisierte ärztliche Therapie.

Parkinson gewinnt als degenerative Erkrankung des Nervensystems insbesondere in alternden Gesellschaften zunehmend an Bedeutung. Dabei verläuft jede Parkinsonerkrankung anders: Krankheitsverlauf und Symptomatik unterscheiden sich von Patient zu Patient teilweise erheblich. Für das bessere Verständnis der Krankheitsursachen und die effektive und zielgerichtete Therapie ist deshalb eine möglichst genaue Kenntnis der motorischen Auffälligkeiten im Lebensalltag der Betroffenen eine entscheidende Voraussetzung.

Das vom Konsortium entwickelte Mess- und Klassifizierungssystem ermöglicht dem Patienten die diskrete und selbstbestimmte Erfassung seiner motorischen und kognitiven Leistungsfähigkeit. So werden Langzeit-Analysen in häuslicher Umgebung und ohne die direkte Mitwirkung eines klinischen Experten möglich. Auf Wunsch unterstützt das System den Datenaustausch mit dem behandelnden Arzt zu Diagnose- und Therapiezwecken und erlaubt so eine genauere Abstimmung der Medikation auf den jeweiligen Patienten. Um der Individualität der Krankheitsbilder verschiedener Patienten Rechnung zu tragen, ist das System in Bezug auf die Erfassung der motorischen Leistungsfähigkeit modular aufgebaut. Es besteht aus bis zu drei tragbaren Sensoreinheiten zur Erfassung von Bewegungsauffälligkeiten an Hand- und Fußgelenken sowie an der Hüfte. Die automatisierte Datenanalyse am Patienten-PC erfolgt mit Fokus auf die Kategorien Tremor, Hypokinesie, Dyskinesie, Gehverhalten, Schlafverhalten sowie Balance und Kognition.



Das Messsystem wurde im Rahmen des europäischen Verbundprojekts FP7 SENSEPARK entwickelt. Die Aussagekraft der Analyseergebnisse wurde dabei in enger Zusammenarbeit mit den im Projekt beteiligten Medizinern klinisch validiert. Der wissenschaftliche Nachweis der Alltagstauglichkeit wurde im Rahmen einer Pilotstudie erfolgreich erbracht.

### **Kontaktperson**

Dr. Stefan Meckler  
Telefon: +49 7721 943-153  
Stefan.Meckler@Hahn-Schickard.de



# MegaMic-Mikroventile auf Kometen „Tschuri“

Am 11. November 2014 wurde der „Lander“ Philae vom Weltraumlabor Rossetta abgekoppelt und ist nach 10-jähriger Reise durch das All auf dem Kometen 67P/Tschurjumow-Gerasimenko gelandet. Die Mission gilt als eines der größten Highlights der europäischen Weltraumforschung. Hahn-Schickard-Mikroventile vom Typ MegaMic sind mit an Bord.

MegaMic-Mikroventile wurden in enger Zusammenarbeit mit dem Pneumatik-Hersteller Hoerbiger-Origa Systems GmbH vor über zehn Jahren entwickelt. 28 dieser Ventile sind als Teil eines wissenschaftlichen Experimentes im Landergerät Philae verbaut, das Bodenproben des Kometen auf ihre Zusammensetzung untersuchen soll. Das Experiment soll die im Kometeneis enthaltenen organischen Moleküle sowie deren Mengenverhältnis aufklären. Die spannende Frage ist, ob sich darunter auch Aminosäuren finden, die als Bausteine des Lebens gelten. Damit ließe sich die offene Frage beantworten, ob diese Moleküle eventuell einst durch Kometeneinschläge auf die Erde gelangt sind. Hierzu wurden von Philae Bodenproben genommen und in kleinen Öfen auf bis zu 600 Grad erhitzt. Im weiteren Ablauf steuern die MegaMic-Ventile das nun flüchtige Gasgemisch durch einen Gas-Chromatographen, der die einzelnen Komponenten des Gemisches für weitere Analyseschritte trennt. Die Ventile öffnen und schließen sich nur um fünf Tausendstel



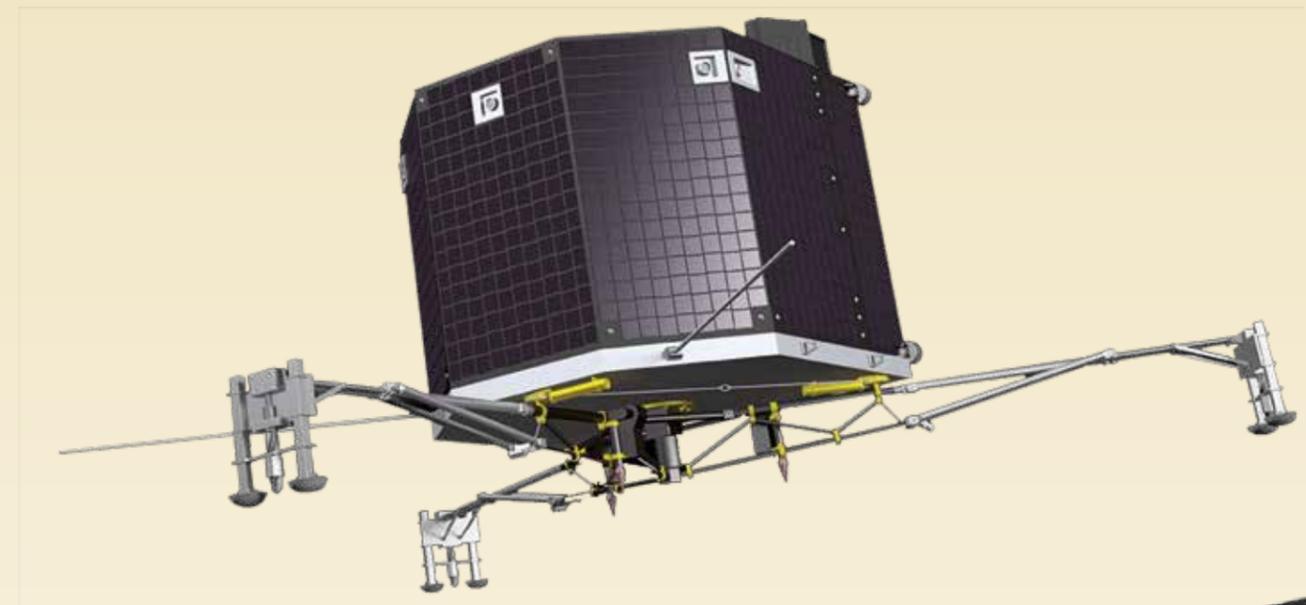
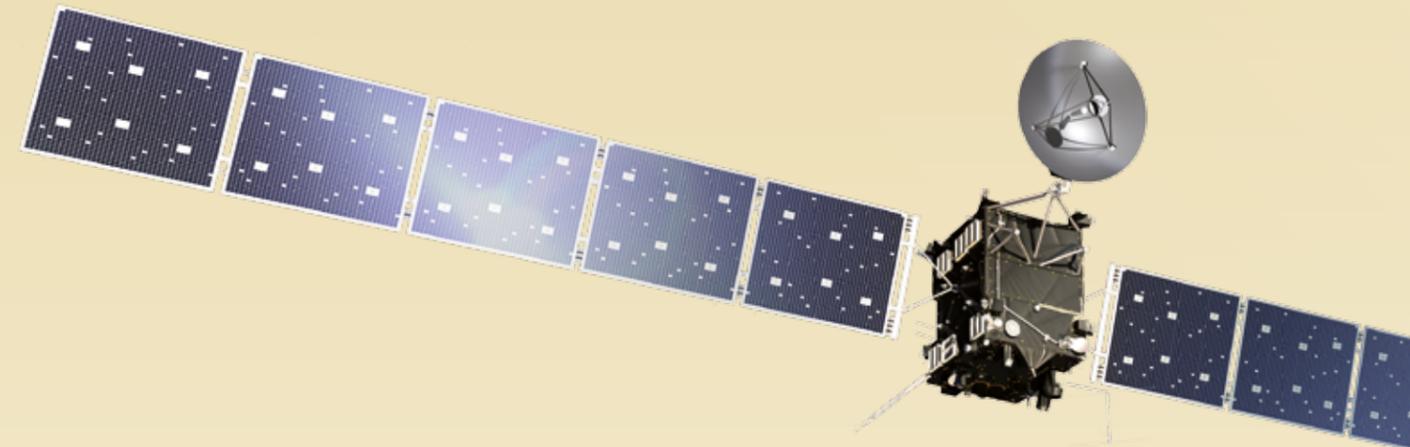
Millimeter, was einem Zwölftel eines menschlichen Haars entspricht. Nach drei Tagen Arbeit auf dem Kometen ist Philae der Strom ausgegangen, allerdings konnten angeblich sämtliche aufgenommene Daten noch erfolgreich übertragen werden. Das Ergebnis der Analyse wurde bislang noch nicht publiziert. Wir bei Hahn-Schickard fiebern weiter mit!

## Kontaktperson

Dipl.-Phys. Peter Nommensen

Telefon: + 49 7721 943-225

Peter.Nommensen@Hahn-Schickard.de

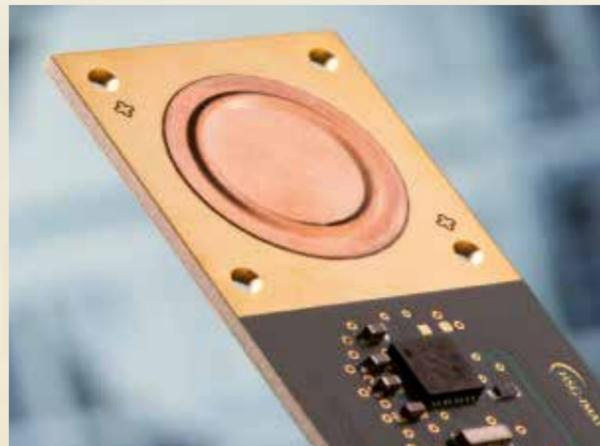


## Kapazitive Drucksensoren für weiße Ware

Für die Firma Seuffer GmbH & Co. KG haben wir bei Hahn-Schickard einen kundenspezifischen, chemisch beständigen Drucksensor zur Füllstandsmessung von aggressiven Fluiden entwickelt und ihn kostengünstig in die bereits vorhandene Sensorumgebung für weiße Ware integriert. Unser Kunde konnte von den bereits vorhandenen Erfahrungen in der kapazitiven Sensorik profitieren, durch die nicht nur eine kurze Projektdauer, sondern auch eine kostengünstige Entwicklung möglich wurden.

Haushaltsgeräte bestehen schon lange nicht mehr rein aus Mechanik und ein bisschen Elektrik. Gestiegene Anforderungen an Umweltverträglichkeit, Ressourcenschonung und Bedienkomfort machen eine stetige Weiterentwicklung erforderlich. Um Wasser, Strom und Reinigungsmittel zu sparen und gleichzeitig das Reinigungsergebnis zu verbessern, werden Geräte im Bereich der weißen Ware, insbesondere Waschmaschinen und Spülmaschinen, mit unterschiedlichen Sensoren ausgestattet. Dabei werden diese häufig an unterschiedlichen Positionen in der Maschine verbaut. Um Kosten zu sparen und die Montage zu vereinfachen, bietet es sich an, die Sensoren für Temperatur, Wassermenge und Trübungsgrad zu einem Sensorknoten zusammenzufassen.

Die Waschlaugen in Spülmaschinen und Waschmaschinen sind sehr aggressiv. Da die Membran eines Drucksensors direkt mit dem Medium in Kontakt kommt, stellt dies hohe Anforderungen an die chemische Beständigkeit. Im vorliegenden Anwendungsfall wurde der Drucksensor nicht nur mechanisch direkt auf einer Leiterplatte mit den anderen Sensoren integriert, sondern auch die elektrische Auswertung aller Sensoren erfolgt mit einem Mikrokontroller. Diese Sensorfusion reduziert die Anzahl der Bauteile und Anschlüsse, was bei Montage und Wartung der Maschinen einen deutlichen Vorteil gegenüber dem Wettbewerb ergibt. Die Membran des Drucksensors wurde in dieser Anwen-



dung so ausgelegt, dass der Füllstand der Waschlauge bis 60 Zentimeter gemessen werden kann. Dabei sind die Anwendungen des Drucksensors vielseitig und nicht auf die Messung von Füllständen von Fluiden beschränkt. Für andere Anwendungen, beispielsweise in der Pneumatik, der Überwachung des Druckes in LKW-Bremsanlagen oder der Klimatechnik, kann die Membran entsprechend angepasst werden.

Weitere aktuelle Entwicklungen im Bereich der intelligenten Haussteuerung zum Beispiel per Smartphone ermöglichen sowohl die Fernsteuerung von Haushaltsgeräten als auch der sonstigen häuslichen Infrastruktur. Verschiedene namhafte Hersteller haben bereits die dafür erforderlichen Voraussetzungen geschaffen. Neue Sensoren und deren Vernetzung können neben der Fernsteuerung der Geräte die Funktionalität um eine Fernüberwachung erweitern.

### Kontaktperson

Dipl.-Ing. Adrian Schwenck  
Telefon: +49 711 685-84790

Adrian.Schwenck@Hahn-Schickard.de





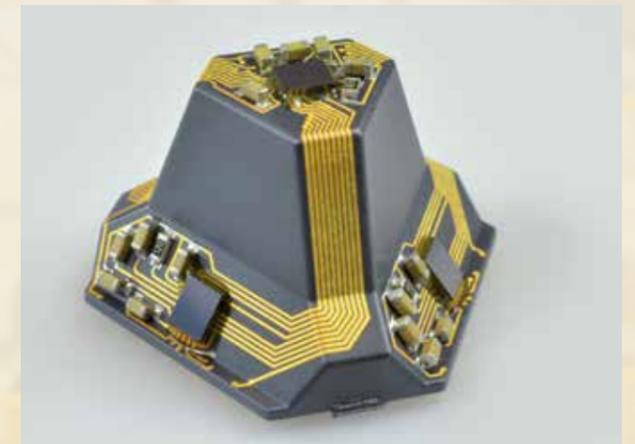
## Industrie 4.0: Die nächste (R)Evolution

**Digitale Technologien durchdringen in rasanter Geschwindigkeit immer weitere Teile unserer Lebens- und Arbeitswelt. Sie ermöglichen neue Geschäftsmodelle und verändern zunehmend auch die Geschäftsprozesse und -abläufe. Die durch Digitalisierung zu erwartenden Umwälzungen im Bereich der produzierenden Industrie werden oft als die „vierte industrielle Revolution“ oder „Industrie 4.0“ bezeichnet.**

Die Industrie in Baden-Württemberg besitzt eine ausgeprägte Stärke sowohl im Bereich des Maschinen- und Anlagenbaus als auch bei der Produktion qualitativ hochwertiger Produkte und wird durch die zu erwartenden Umwälzungen gleich doppelt gefordert. Für unsere künftige Wettbewerbsfähigkeit ist es daher von zentraler Bedeutung, die Möglichkeiten des als „Industrie 4.0“ bezeichneten Megatrends frühzeitig zu erschließen und so den bevorstehenden Wandel aktiv mitzugestalten.

Eine große Rolle spielen hierbei sogenannte Cyber-Physikalische-Systeme (CPS). Durch sie und in ihnen verschmilzt die physische Welt der Maschinen und Anlagen mit der digitalen Welt. CPS sind in der Lage, via Internet Informationen bereitzustellen und untereinander zu kommunizieren. Das Internet der Menschen wird dadurch erweitert um das Internet der Dinge. Dies eröffnet eine Fülle neuer Möglichkeiten, angefangen von verbesserten Produktionsabläufen bis hin zu völlig neuen Geschäftsmodellen.

Hahn-Schickard entwickelt seine Sensorlösungen daher konsequent zu eingebetteten Systemen sowie zu CPS weiter. Diese können wiederum in Produktionsanlagen oder in die zu fertigenden Produkte selbst integriert werden und transformieren diese ebenfalls zu CPS. Besonders wichtig sind hierbei die robuste und sichere Datenkommunikation sowie die effiziente Entwicklung der CPS selbst. Durch unseren „4S“ Ansatz (Smart Sensors Systems Solutions) gelingt es, neue CPS strukturiert zu entwerfen und mittels unserer Hardware- und Firmware-Toolbox auch professionell umzusetzen. Für die Kommunikation der CPS spielen sogenannte Gate-



ways als Verbindungselemente zwischen einer Vielzahl von oftmals sehr heterogenen CPS, der SPS-Steuerung oder dem ERP/MES-System eine zentrale Rolle. Durch Verständnis der dominanten Datenprotokolle sowie den Einsatz neuer Informationstechnologien gelingt es, diese Vernetzung funktional umzusetzen.

Die Integration der CPS in Maschinen und Anlagen erfordert ergänzend eine flexible, kostengünstige und zuverlässige Aufbau- und Verbindungstechnik, die auch die Nachrüstung der CPS in bestehende Anlagen ermöglicht (Retrofit). Hierzu stehen neben klassischen Techniken wie PCB und Spritzguss insbesondere Verfahren zur Miniaturisierung der CPS zur Verfügung: 3D-MID, Drucktechniken und folienbasierte Systeme. Weiterhin setzen wir 3D-Drucksysteme ein, um je nach Anforderung auf unsere Kunden maßgeschneiderte und optimierte Systeme für die Industrie 4.0 bereitzustellen.

### **Kontaktpersonen**

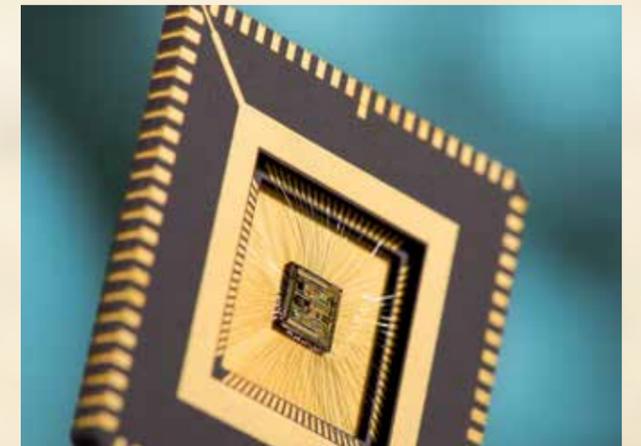
- > Dipl.-Ing. Dieter Mintenbeck  
Tel: +49 7721 943-168  
Dieter.Mintenbeck@Hahn-Schickard.de
- > Dr.-Ing. Karl-Peter Fritz  
Tel: +49 711 685-84792  
Karl-Peter.Fritz@Hahn-Schickard.de

## Mobile Sensorik für das Internet der Dinge

Weder die nächste Stufe in der Fabrikautomation noch die Überwachung kritischer Infrastruktur, individualisierte medizintechnische Anwendungen oder fahrerlose Mobilitätskonzepte sind ohne vernetzte mobile Sensoren denkbar. Zusammen mit Wissenschaftlern der Fritz-Hüttinger-Professur für Mikroelektronik der Universität Freiburg entwickelt Hahn-Schickard innovative Schaltungskonzepte und reduziert dabei den Energieverbrauch mobiler Sensorsysteme auf ein Niveau, das noch vor wenigen Jahren kaum vorstellbar erschien.

Mit der drahtlosen Vernetzung von Alltagsgegenständen durch mikroelektronische und mikromechanische Komponenten zum sogenannten Internet der Dinge vollzieht sich derzeit eine der wohl fundamentalsten technologischen Umwälzungen der neueren Geschichte. Während das traditionelle Internet die Kommunikation der Menschen revolutionierte, erlaubt das Internet der Dinge eine völlig neue, zusätzliche Dimension des Daten- und Informationsaustauschs zwischen Objekten und Maschinen aller Art. Als Datenlieferant besetzt die Sensortechnologie dabei eine Schlüsselfunktion. Der Energieverbrauch dieser Milliarden von Sensoren könnte jedoch zu einem zentralen Hindernis werden, da insbesondere mobile Sensoren nur bei einer signifikanten Erhöhung der jeweiligen Batterielebensdauer wirtschaftlich betrieben werden können. Neben der Entwicklung von Mikrobatterien mit hohen Energiespeicherdichten kommt deshalb der Reduzierung des Energieverbrauchs der Sensoren eine zentrale Bedeutung zu.

Verglichen mit den derzeit am Markt verfügbaren Sensoren basieren die integrierten Schaltungen von Hahn-Schickard und der Universität Freiburg auf einem innovativen und



hocheffizienten Verfahren. Zur Wandlung analoger Sensorsignale in digitale und damit informationstechnisch nutzbare Information wird die sogenannte zeitkontinuierliche rückgekoppelte Delta-Sigma-Technologie eingesetzt. Im Wettbewerbsvergleich konnte der Stromverbrauch für 3-Kanal-MEMS-Drehratensensoren auf diese Weise von etwa fünf Milliampere auf rund ein Milliampere reduziert werden.

Diese Neuentwicklung wurde im Rahmen des europäischen Verbundprojekts 9D-Sense umgesetzt. Zusammen mit den industriellen Entwicklungspartnern Robert Bosch GmbH und Bosch Sensortec GmbH konnte so die Leistungsfähigkeit unserer neuen Lösung marktnah und anwendungsbezogen demonstriert werden.

### **Kontaktperson**

Dr. Stefan Meckler  
Telefon: +49 7721 943-153  
Stefan.Meckler@Hahn-Schickard.de



## Sensorsysteme für Walzenpressen in der Papierproduktion

Walzen in Papierproduktionsanlagen nehmen mit bis zu 13 Metern Breite und einem Durchmesser von 1,5 Metern enorme Ausmaße an. Eine präzise Ausrichtung der Walzen zueinander ist von hoher qualitativer Bedeutung im Produktionsprozess. Hahn-Schickard hat in Zusammenarbeit mit Voith ein innovatives Sensorsystem entwickelt, das auf einem kapazitiven Messprinzip basiert und die Druckverteilung bei Walzenpressen in der Papierproduktion vermisst.

Im Papierproduktionsprozess ist die Papierqualität direkt abhängig von der bestehenden Druckprofilverteilung zweier Walzen. Zur Prozesssicherung ist es daher essenziell, bei der Inbetriebnahme oder erforderlichen Produktionsveränderungen eine gleichmäßige Druckverteilung der Kräfte in Walzenpressen über die volle Papiermaschinenbreite zu erzielen. Die sogenannte Nipbreite beschreibt die Kontaktfläche zweier Walzen. Die technische Herausforderung besteht darin, über die gesamte Walzenlänge die Nipbreite genau und effizient zu erfassen und direkt zu visualisieren.

In Zusammenarbeit mit der Voith GmbH konnte Hahn-Schickard diese Zielsetzung in einem innovativen Mess-System umsetzen, das den Ansprüchen der Praxis genügt und über den Stand der Technik hinausgeht. Das entwickelte Mess-System „NipSense2“ ist von der mechanischen Ausprägung modular robust aufgebaut und dadurch leicht und schnell einsetzbar. Das Messprinzip basiert auf einer kapazitiven Technologie von Sensoren, die auf flexiblen Folien aufgebracht sind. Diese Sensorarray-Platten sind mehrfach aneinandergereiht montiert auf der Walzenlänge installierbar. Dieses System kann extrem genaue Nip-Messungen von verschiedenen Walzentypen vornehmen. Die wirtschaftlichen



Verluste, die durch notwendige anfallende Stillstandzeiten während der Vermessungsarbeiten entstehen, werden dadurch minimiert. Die Kommunikation zwischen PC und den Einzel-Sensorarrays zur Steuerung und Erfassung erfolgt über ein Standard-WLAN-System.

### Kontaktperson

Dipl.-Ing. Dieter Mintenbeck

Telefon: +49 7721 943-168

Dieter.Mintenbeck@Hahn-Schickard.de

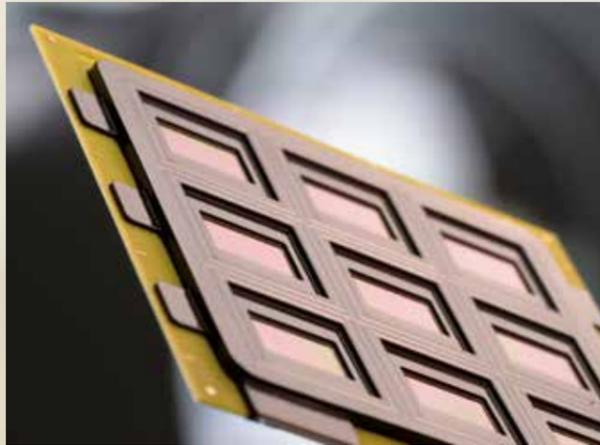
DuoFormer

## Kostengünstiges Packaging für kleine und mittlere Stückzahlen mittels Film-Assisted Molding auf Leiterplatten

Die Verkapselung von Mikrosystemen, die nur in kleinen und mittleren Stückzahlen produziert werden, ist generell eine sehr große Herausforderung. Zusammen mit dem Institut für Mikroelektronik Stuttgart (IMS CHIPS) erarbeitet Hahn-Schickard geeignete Lösungen hierfür. Sie beruhen auf dem Film-Assisted Molding auf Leiterplatten. Deren Vorzüge wurden nun sowohl am Beispiel der individuellen Verkapselung von Bildsensoren als auch beim Aufbau von Beschleunigungssensoren demonstriert.

Die Integration von mikrotechnischen Bauelementen in Verkapselungen ist ein spezielles Problem, von welchem insbesondere kleine und mittlere Unternehmen betroffen sind. Selbst wenn für das Packaging Standardverkapselungen in Frage kommen, so sind oft die benötigten Stückzahlen so gering, dass die betroffenen Unternehmen ihre Aufträge als Bestellergruppen über Zwischenhändler an Verpackungsunternehmen in Fernost vergeben müssen. Dies führt wiederum zu längeren Wartezeiten. Im Rahmen des Projekts „FlexPacFAM“, gefördert durch die AiF (FV-Nr. 17602 N), etabliert Hahn-Schickard nun die Gehäusung von Sensoren und integrierten Schaltungen auf Leiterplatten mittels Film-Assisted Molding als schnelle, flexible und kostengünstige Alternative.

Ausgangspunkt sind hierbei mehrlagige Leiterplatten, die flexibel an Kundenbedürfnisse angepasst und mit individuellen Durchkontaktierungen versehen werden können sowie kurzfristig verfügbar sind. Die zu verpackenden Chips werden aufgeklebt, mit Drahtbonds elektrisch kontaktiert und anschließend mit Epoxy Mold Compound bei etwa 180 Grad nahezu drucklos umformt. Die Verarbeitung erfolgt hierbei im Nutzen von typischerweise 25 Chips, sodass die Prozesszeit im Bereich von zwei bis vier Minuten für kleine und mittlere Stückzahlen im akzeptablen Bereich liegt. Die spezielle Herausforderung bei der Gehäusung eines High-Dynamic-Range CMOS-Bildsensors von IMS CHIPS besteht darin, ein Sichtfenster in die Verkapselung zu

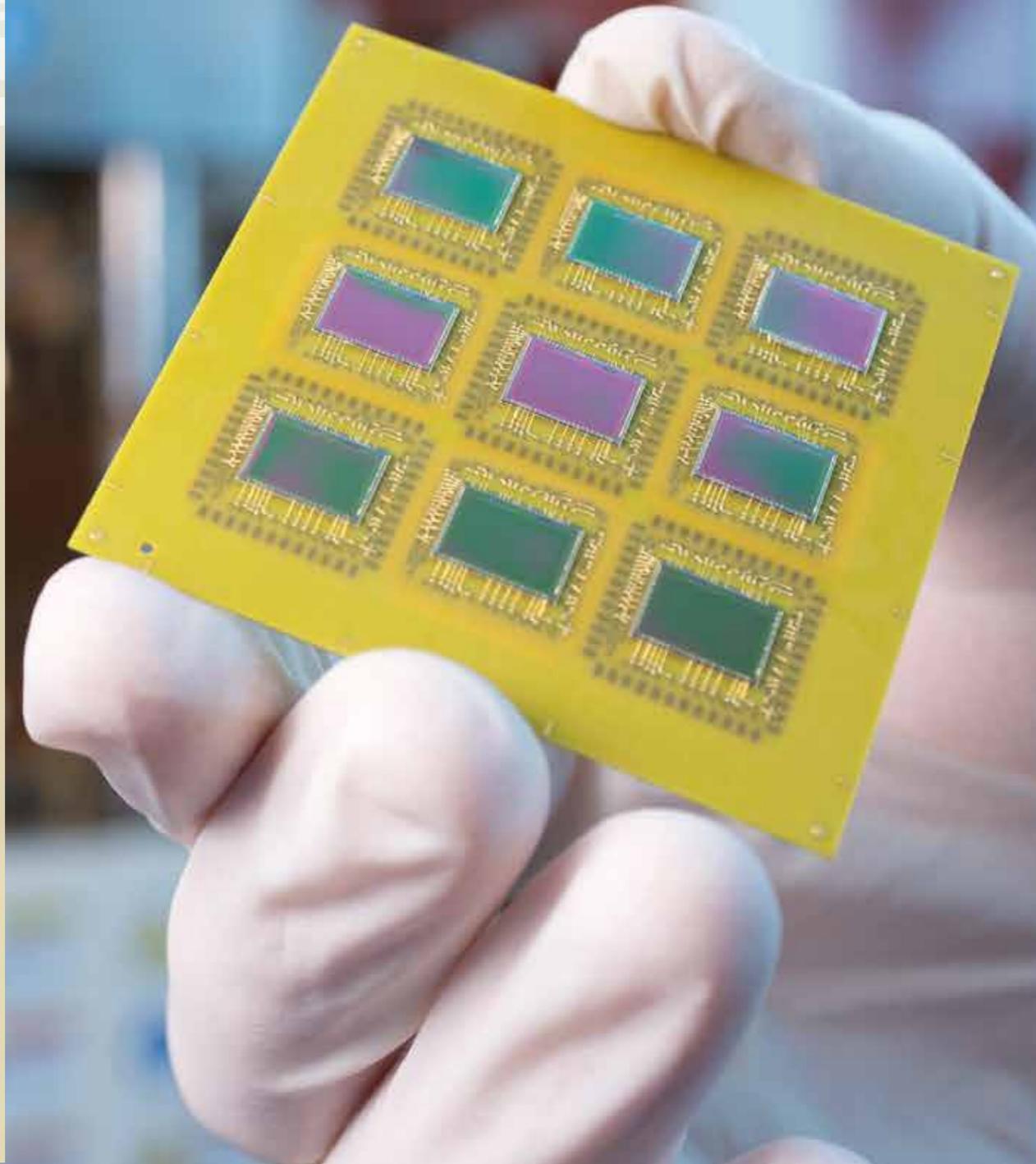


integrieren, um die lichtempfindliche Fläche des Chips freizuhalten. Das Sichtfenster muss einerseits korrekt platziert sein und der restliche Chip andererseits schadensfrei übermoldet werden. Ähnlich herausfordernd war in einer zweiten Applikation die Integration eines Inertialsensor-Chips in eine Moldverkapselung. Inertialsensoren reagieren sehr empfindlich auf äußeren Druck und es wurde gezeigt, dass auch diese den Moldingprozess schadensfrei überstehen.

Für beide Anwendungsbeispiele wurden umfangreiche Untersuchungen hinsichtlich der Zuverlässigkeit nach MIL-STD-883 und IPC/JEDEC J-STD-020D durchgeführt. Diese umfassen Temperaturwechsel-, -schock, Feuchte-Wärme sowie Feuchtesensitivitätstests (Soak Reflow Level 3). Die Ergebnisse bestätigten durchweg die geforderten Zuverlässigkeiten. Damit steht bei Hahn-Schickard in Stuttgart nun ein einzigartiges Verkapselungsverfahren zur Herstellung kostengünstiger, flexibler und robuster Sensorpackages zur Verfügung.

### Kontaktperson

Dipl.-Ing. Daniel Hera  
Telefon: +49 711 685-84716  
Daniel.Hera@Hahn-Schickard.de



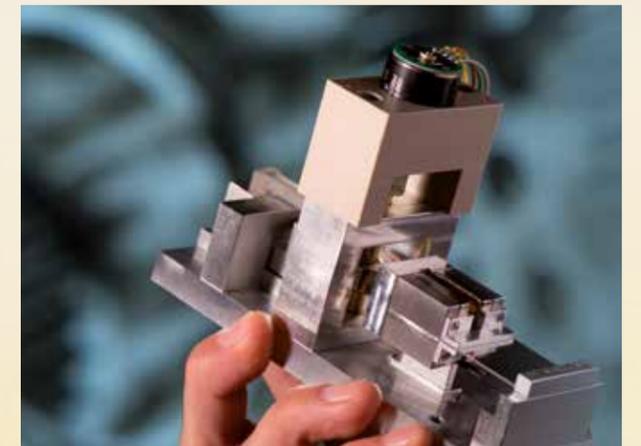


## Selbstadaptierende Energy Harvester für die energieautarke Zustandsüberwachung von Schiffsgetriebenen

**Kinetische Energy Harvester ernten Schwingungsenergie aus ihrer Umgebung. Hahn-Schickard hat nun kinetische Energy Harvester entwickelt, die sich selbstständig an die vorherrschenden Betriebsbedingungen anpassen und deren Leistungsfähigkeit durch eine drahtlose und energieautarke Zustandsüberwachung von Schiffsgetriebenen demonstrieren. Der intelligente Energy Harvester registriert drehzahlbedingte Veränderungen im Schwingungsverhalten des Getriebes und passt sich dem neuen Schwingungszustand an. Auf diese Weise wird die Zuverlässigkeit des Energieerntens gerade bei veränderlichen Bedingungen erhöht.**

Schwingungsbasierte Energy Harvester sind bislang in industriellen Anwendungen noch kaum etabliert. Eine wesentliche Hürde stellt dabei die applikationsspezifische Natur des physikalischen Wirkprinzips dar: Ein klassischer Schwingungsenergiewandler besitzt eine feste, nicht veränderliche Eigenfrequenz. Nur wenn diese Eigenfrequenz mit einer im Schwingungsspektrum vorkommenden dominanten Frequenz übereinstimmt, kann im Resonanzbetrieb Schwingungsenergie mit ausreichend großer Effektivität in elektrische Energie umgewandelt werden. In einer Vielzahl von Anwendungsumgebungen verändert sich die dominante Frequenz jedoch zeitlich mit dem Betriebszustand der Maschine. Somit wird eine effektive Energiewandlung mit herkömmlichen Schwingungsenergiewandlern zum Glücksfall.

Ingenieuren bei Hahn-Schickard ist es nun gelungen, einen kinetischen Energy Harvester zu entwickeln, der seine Eigenfrequenz verändern und sich damit dem aktuellen Betriebszustand der Maschine anpassen kann. Der zugrunde liegende Mechanismus beruht dabei auf einem magnetischen Prinzip. Eine weitere Besonderheit ist, dass die zum Abstimmvorgang erforderliche Energie vom Energy Harvester selbst aufgebracht werden kann.



Mit Hilfe des selbstadaptierenden Energy Harvesters können energieautarke Sensorsysteme jetzt zuverlässiger mit elektrischer Energie versorgt werden. Damit ist der Grundstein für eine effiziente und wirtschaftliche Zustandsüberwachung von Maschinen und Anlagen gelegt. Der intelligente Energiewandler wurde im Rahmen des Verbundprojektes DriveCoM entwickelt. Er hat die Aufgabe, ein Sensorsystem zur energieautarken Zustandsüberwachung von Schiffsgetriebenen mit Energie zu versorgen. Aufgrund der Anpassungsfähigkeit des intelligenten Energy Harvesters sind künftig viele weitere Einsatzmöglichkeiten denkbar, insbesondere in Anwendungsumgebungen mit drehzahlgesteuerten Antrieben oder Antriebskomponenten wie zum Beispiel in Prozessanlagen, Fahrzeugen und Windrädern.

### **Kontaktperson**

Dr. Daniel Hoffmann  
Telefon: +49 7721 943-187  
Daniel.Hoffmann@Hahn-Schickard.de

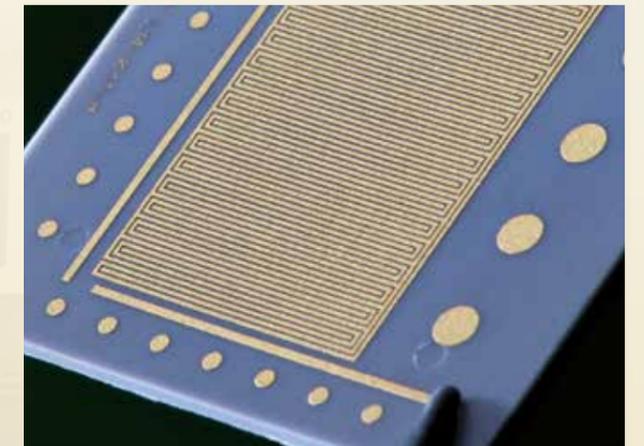


## Elektrische Leiterbahnen auf spritzgegossenen Keramiksubstraten

**Mittels Laseraktivierung und anschließender außenstromloser Metallisierung können elektrische Leiterbahnen volladditiv auf spritzgegossene Keramiksubstrate mit 3D-Geometrie aufgebracht werden.**

Keramiken sind aufgrund ihrer hohen Temperaturbeständigkeit, geringen thermischen Ausdehnung, hohen Wärmeleitfähigkeit sowie Chemikalienresistenz ein wichtiger Werkstoff in der Aufbau- und Verbindungstechnik. In Zusammenarbeit mit dem Institut für Fertigungstechnologie keramischer Bauteile (IFKB) der Universität Stuttgart haben wir ein Verfahren entwickelt, mit dem Aluminiumoxid-Keramiken selektiv laseraktiviert und anschließend außenstromlos chemisch beschichtet werden können.

Nach dem Spritzgießen der Keramiksubstrate erfolgt neben der Entbinderung ein Sinterprozess. Vergleichbar zum LPKF-LDS®-Verfahren erfolgt die Aktivierung der Leiterbereiche mittels Laserstrahlung. Dabei sind jedoch keine speziellen laseraktivierbaren Additive in der Keramik erforderlich. Die Metallisierung mit beispielsweise chemisch Kupfer, chemisch Nickel und Tauchgold erfolgt mit denselben außenstromlosen Prozessen wie in der MID-Technik, wobei Leiterbahn-Pitches bis unter 300 Mikrometer realisierbar sind. Bei hoher Haftfestigkeit und Kantenschärfe liegen die Werte der Metallschichtdicke, des elektrischen Durchgangswiderstands und der Rauigkeit in einem zur MID-Technik vergleichbaren Bereich.



Das Verfahren bietet einen Weg dreidimensionale Keramikkörper mit 3D-Schaltungslayouts zu versehen. Daraus resultieren vielfältige Möglichkeiten zur Herstellung von robusten Gehäusen als 3D-Schaltungsträger, wärmeabführende Chip- oder Sensorträger, die beispielsweise in der Automobilindustrie, der Medizintechnik oder der Beleuchtungstechnik Anwendung finden können.

### Kontaktperson

Dipl.-Ing. Hagen Müller  
Telefon: +49 711 685-84784  
Hagen.Mueller@Hahn-Schickard.de

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



Das IGF-Vorhaben (488 ZN) der Hahn-Schickard-Gesellschaft für angewandte Forschung e.V. wird über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

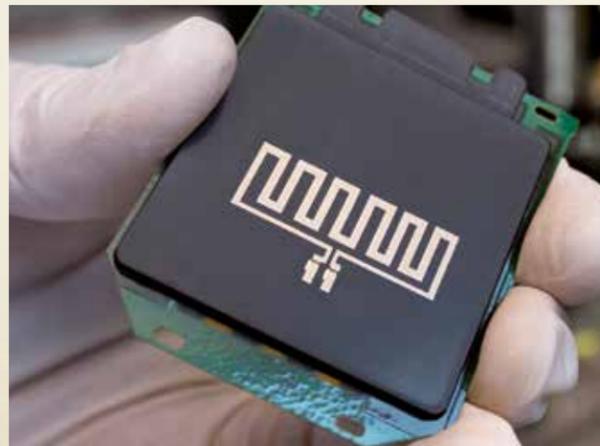
# Drucken von Antennen auf Duroplastgehäusen

**Moderne digitale Druckverfahren erlauben es, die Oberfläche hochintegrierter Komponenten einfach und kostengünstig um zusätzliche Funktionalitäten zu erweitern. Besonders interessant sind hierbei gedruckte Antennen zur Datenkommunikation von vernetzten Sensorsystemen.**

Sensoren sind in unserer hochindustrialisierten Gesellschaft allgegenwärtig, sei es im Smartphone, im Geschirrspüler oder im Automobil. Für das Internet der Dinge sowie für neuartige Produktionsstandards der Industrie 4.0 wird zudem die drahtlose Vernetzung von Sensoren immer wichtiger. Die hierzu nötigen Antennen können durch Einsatz moderner digitaler Druckverfahren platzsparend und kostengünstig auf einer Vielzahl von Gehäuseoberflächen realisiert werden.

Im Rahmen des BMBF-Verbundprojekts ITAS setzen wir die Inkjet-Technologie ein, um Antennen mit nanopartikulären Silbertinten auf duroplastischen Gehäusemodulen aufzubauen. Diese Gehäusemodule werden als Mold-Packages mittels Transfer-Molding hergestellt. Die gedruckten Antennen werden schließlich in einem Ofenprozess gesintert, wodurch sie ihre Leitfähigkeit erhalten. Entscheidend für die Antennenfunktionalität ist neben der Druckqualität und einer möglichst hohen Leitfähigkeit vor allem das Layout, das die Arbeitsfrequenz bestimmt.

Um die Antenne auf der Oberfläche nun mit einer in einem Mold-Package integrierten Leiterplatte elektrisch verbinden zu können, wurden verschiedene Kontaktierungstechnologien erarbeitet. Zum einen können Leiterbahnen von der Oberfläche des Package in eine auf der Leiterplatte freigestellten Kavität gedruckt und so mit der



Leiterplatte elektrisch verbunden werden. Eine weitere Kontaktierungsmöglichkeit besteht im Einsatz von metallischen Federkontakten. Die Kontaktunterseite wird dabei auf die Leiterplatte gelötet oder leitfähig geklebt. Nach einem Transfer-Molding-Prozess wird die aus dem Mold-Package herausragende Kontaktobenseite mit einer gedruckten Leiterbahn kontaktiert. Im selben Prozessschritt wird dann auch gleich die Antenne gedruckt.

Das Verfahren wurde inzwischen durch Drucken von Antennen mit 2,45 Gigahertz auf duroplastischen Gehäusemodulen erfolgreich demonstriert.

## **Kontaktperson**

Dr. Jürgen Keck  
Telefon: +49 711 685-84788  
Juergen.Keck@Hahn-Schickard.de



# Mitwirkung in Gremien

## A. Bülau

- > Fachgruppe „SmartSysteme“ MicroTEC Südwest

## W. Eberhardt

- > VDE/VDI-Fachgesellschaft Mikroelektronik „Mikrosystem- und Feinwerktechnik (GMM), Mitglied im Fachausschuss 5.5 „Aufbau- und Verbindungstechnik“

## B. Folkmer

- > Mitglied im AUC: ANSYS User Club
- > Mitglied bei NAFEMS „The International Association for the Engineering Analysis Community“
- > Mitglied des Vorstandes im VDC „Virtual Dimension Center – Kompetenzzentrum für digitale Produktentwicklung“ TZ St. Georgen
- > Wissenschaftliche Leitung der Fachgruppe „Energieversorgung für Mikrosysteme“ im Spitzencluster MicroTEC Südwest

## K.-P. Fritz

- > EU-Projekt „4M2020“, Mitglied im Advisory Board Fachgruppe „Smart Systems“ MicroTEC Südwest

## R. Günzler

- > Scientific Committee Member „Smart Systems Integration“ Conference
- > Executive Committee Member, Co-Chair Working Group Healthy Living
- > „European Technology Platform on Smart Systems Integration (EPoSS)“,
- > Member, International Stakeholder Panel for „Personal Health Systems Futures“

## H. Kück

- > Mitglied im Kuratorium der „Steinbeis-Stiftung“ (StW)
- > „Forschungsvereinigung Räumliche Elektronische Baugruppen 3D MID e.V.“

## F. Kuhn

- > Mitglied des Arbeitskreises Connected-Home der Bitkom

## Y. Manoli

- > Prodekan „Technische Fakultät der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg“
- > Senior Member „Institute of Electrical and Electronics Engineers“ (IEEE)
- > Mitglied „Circuits and Systems Society“ (IEEE)
- > Mitglied „Solid-State Circuits Society“ (IEEE)
- > Mitglied „Electron Device Society“ (IEEE)
- > Mitglied im Senior Editorial Board „Journal on Emerging and Selected Topics in Circuits and Systems“ (IEEE)
- > Mitglied im Editorial Board „Journal of Low Power Electronics“
- > Mitglied „Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik“ (VDE)
- > Mitglied im Fachausschuss „GI/GMM/ITG FG2 (Entwurf von analogen Schaltungen)“
- > Gutachter in der Gutachtergruppe „Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen Otto von Guericke e.V.“ (AiF)
- > Gutachter „Deutsche Forschungsgemeinschaft“ (DFG)
- > Mitglied im Programmkomitee „IEEE European Solid-State Circuits Conference“ (ESSCIRC)

## D. Mintenbeck

- > Mitglied der Fachgruppe „Intelligente Implantate“ des Clusters MicroTEC Südwest

## B. Polzinger

- > Mitglied in Fachgruppe „Drucktechnologien“ „MicroTEC Südwest“

## C. Rathfelder

- > Mitglied im Lenkungskreis der Smart Home & Living Initiative
- > Mitglied der Fachgruppe Software Architektur der Gesellschaft für Informatik e. V.
- > Mitglied des Arbeitskreises Cyber-Physical-Systems der Bitkom
- > Member of the Working Group Smart Manufacturing, „European Technology Platform on Smart System Integration (EPoSS)“

## H. Reinecke

- > Beirat des Strittmatter-Gymnasiums („Club of Rome“-Schule) St. Georgen
- > Beirat der „Perpetuum-Ebner Stiftung“, St. Georgen
- > Kuratoriumsmitglied der Hochschule Furtwangen
- > Aufsichtsrat „MicroMountains Applications AG“ Villingen-Schwenningen (bis April 2014)
- > Beirat im Spitzencluster „MicroTec Südwest“
- > Beirat im Kompetenznetzwerk „Mechatronik Baden-Württemberg e.V.“ (bis April 2014)
- > Jurymitglied Industriepreis 2014
- > Direktor des Instituts für Mikrosystemtechnik (IMTEK) (bis September 2014)

## S. Spieth

- > Mitglied im Fachausschuss „Implantierbare Assistenzsysteme“ der DGBMT
- > Mitglied der Fachgruppe „Intelligente Implantate“ des Clusters MicroTEC Südwest

## M. Trächtler

- > Mitglied „Forum 3D maritim“

## F. von Stetten

- > Gruppensprecher der Fachgruppe In Vitro Diagnostik, MicroTEC Südwest
- > VDE (Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e. V.): Mitwirkung bei der Erstellung der Normungs-Roadmap „Mobile Diagnostiksysteme“

## R. Zengerle

- > Mitglied der Nationalen Akademie der Wissenschaften, Leopoldina
- > Mitglied der Chemical and Biological Microsystems Society (CBMS)
- > Mitglied im International Steering Committee of the International Conference on Solid-State Sensors, Actuators & Microsystems (Transducers)
- > Mitglied des Exzellenzclusters „Biological Signalling Studies (BIOSS)“ der Universität Freiburg
- > Mitglied im Scientific Program Committee at the „Smart Systems Integration“ conference series
- > Mitglied im Beirat des IVAM (Microtechnology and Advanced Materials Network)
- > Mitglied im Aufsichtsrat der Micromountains Applications AG
- > Mitglied des GMM VDE/VDI Ausschusses, FB 4.1 „Grundsatzfragen der Mikrosystemtechnik und Nanotechnologie“ (VDE/VDI-Gesellschaft für Mikroelektronik, Mikro- und Feinwerktechnik)
- > Mitglied im Steuerungskomitee des „Mikrosystemtechnik-Kongress“
- > **Herausgeberschaft:** Editor in Chief des Journals „Microfluidics and Nanofluidics“; Herausgeber: Springer-Verlag Heidelberg; ISSN: 1613 – 4982

# Publikationen

## Journal und Bücher

M. Afifi, M. Keller, Y. Manoli

**A study of excess loop delay in tunable continuous-time bandpass delta-sigma modulators using RC-resonators**

Analog Integrated Circuits and Signal Processing 79 (3), 2014, pp. 555 – 568

A. Balakrishnan, C. Müller, H. Reinecke

**A millimeter scale reactor integrated PEM fuel cell energy system with an on-board hydrogen production, storage and regulation unit for autonomous small scale applications**

Advances in Science and Technology 2014, volume 93, pp. 131 – 136

F. Büker, C. Müller, T. Hanemann, D. Hertkorn, H. Reinecke  
**Modeling of the electrical properties of bidirectional alkaline air electrodes**

Journal of the Electrochemical Society, volume 161, Nr. 6, pp. 1019 – 1022

A. Bülau, A. Schwenck, H. Kück

**Kapazitive Sensoren auf PCB – hohe Auflösung zu geringen Kosten**

Elektronikpraxis 2014

A. Bülau, T. Günther, H. Kück

**3W-MID: Echte MID ab 3 Wochen**

Elektronikpraxis 2014

K.-P. Fritz, P. Buckmüller, P. Wild

**Mikrospritzguss für Mikrosysteme**

K-Zeitung Special Mikrospritzguss 2014, p. 21

T. Hehn, Y. Manoli

**CMOS Circuits for piezoelectric energy harvesters – efficient power extraction, interface modelling and loss analysis**

Springer Dordrecht Heidelberg New York London, 2014, ISBN: 978-94-017-9287-5

A. Kloke, A. R. Fiebach, S. Zhang, L. Drechsel, S. Niekrawietz, M. Hoehl, R. Kneusel, K. Panthel, J. Steigert, F. von Stetten, R. Zengerle, N. Paust

**The LabTube – A novel microfluidic platform for assay automation in laboratory centrifuges**

Lab Chip, 2014, pp. 1527 – 1537

A. Kloke, M. Hoehl, E. Schulte Bocholt, N. Paust, F. von Stetten, R. Zengerle, J. Steigert, A. Slocum

**A Versatile-deployable bacterial detection system for food and environmental safety based on LabTube-automated DNA purification, LabReader-integrated amplification, readout and analysis**

Analyst, volume 139, pp. 2788 – 2798

L. Labusch, C. Müller, H. Reinecke

**Qualification of ECM-processes by electro impedance spectroscopy**

Key Engineering Materials 2014, volume 564, pp. 560 – 565

D. Liang, J. Zhang, M. T. Govindaiah, L. Tanguy, A. Ernst, R. Zengerle

**Liquid volume measurement method for the picoliter to nanoliter volume range based on quartz crystal microbalance technology**

Meas. Sci. Technologie. 25, 095302

Y. Manoli, J. G. Kauffman, P. Witte, M. Lehmann, J. Becker, M. Ortmanns

**A 72dB DR, CT Delta-Sigma modulator using digitally estimated, auxiliary DAC linearization achieving 88fJ/conv-step in a 25MHz BW**

IEEE Journal of Solid-State Circuits 49 (2), 2014, pp. 392 – 404

Y. Manoli, M. Glueck, D. Oshinubi

**Automatic real-time offset calibration of gyroscopes**

Microsystem Technologies 2014, Springer-Verlag Berlin Heidelberg

Y. Manoli, M. Theodor, J. Fiala, D. Ruh, K. Foerster, C. Heilmann, F. Beyersdorf, H. Zappe, A. Seifert

**Implantable accelerometer system for the determination of blood pressure using reflected wave transit time**

Sensors and Actuators A: Physical 206 (2), 2014, pp. 151 – 158

Y. Manoli, M. Glueck, D. Oshinubi, P. Schopp

**Real-Time autocalibration of MEMS accelerometers**

IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement 63 (1), 2014, pp. 96 – 105

D. Mark, F. von Stetten, R. Zengerle

**Lab on a Chip: The vision becomes reality**

In: Smart Systems Integration for Micro- and Nanotechnologies (2014), 73 – 81, Goldenbogen

D. Maurath, Y. Manoli

**CMOS circuits for electromagnetic vibration transducers – interfaces for ultra-low voltage energy harvesting**

Springer Dordrecht Heidelberg New York London, ISBN: 978-94-017-9271-4, 2014

N. Ojha, F. Zeller, C. Müller, H. Reinecke

**Comparative study on parametric analysis of  $\mu$ EDM of non-conductive ceramics**

Key Engineering Materials 2014, volume 611 – 612

N. Ojha, C. Müller, H. Reinecke

**Parametric analysis of  $\mu$ -electric discharge machining of non-conductive  $\text{Si}_3\text{N}_4$**

Applied Mechanics and Materials 2014, volume 564, pp. 560 – 565

N. Ojha, F. Zeller, C. Müller, H. Reinecke

**Study on the effect of tool polarity and tool rotation during EDM of non-conductive ceramics**

Advanced Materials Research Vols 2014, volume 941 – 944, pp. 2127

N. Paust, L. Zielke, T. Hutzenlaub, D. R. Wheeler, I. Manke, T. Arlt, R. Zengerle, S. Thiele

**A combination of X-Ray tomography and carbon binder modeling: reconstructing the three phases of LiCoO<sub>2</sub> Li-Ion battery cathodes**

Adv Energy Mater, 4,8,1301617

N. Paust, L. Zielke, T. Hutzenlaub, D. R. Wheeler, C.-W. Chao, I. Manke, A. Hilger, R. Zengerle, S. Thiele

**Three-Phase multiscale modeling of a LiCoO<sub>2</sub> cathode: combining the advantage of FIB-SEM imaging and X-Ray tomography**

Adv. Energ. Mat., 5, 1401612

N. Paust, L. Zielke, A. Fallisch, R. Zengerle, S. Thiele

**Tomography based screening of flow field / current collector combinations for PEM water electrolysis**

RSC Adv. 4, pp. 58888 – 58894

T. Rieper, P. Cvanvara, C. Müller, H. Reinecke

**Simplified analysis method of cell-free layers in blood flows as tool for the optimization of gas exchange devices**

Mikrofluid Nanofluid 2014

M. Romanovas, M. Traechtler, L. Klingbeil, Y. Manoli

**On fractional models for human motion tracking**

Journal of Vibration and Control 20 (7), 2014, pp. 986 – 997

M. Rombach, D. Kosse, B. Faltin, S. Wadle, G. Roth, R. Zengerle, F. von Stetten

**Real-time stability testing of air-dried primers and fluorogenic hydrolysis probes stabilized by trehalose and xanthan**

BioTechniques 54, pp. 151 – 155

A. Schuler, R. Rother, O. Prucker, C. Müller, J. Rühle, H. Reinecke

**A novel reactive lamination process for the generation of functional multilayer foils for optical applications**

Procedia Technology 2014, volume 15, pp. 147 – 155

# Publikationen

## Journal und Bücher

J. Seybold, U. Kessler, K.-P. Fritz, H. Kück

**Precision micro assembly of optical components on MID and PCB precision assembly technologies and systems**

Springer, IFIP AICT 435, ISSN 1868-4238, ISBN: 978-3-662-45585-2, 2014, pp. 30 – 36

O. Strohmeier, N. Marquart, D. Mark, G. Roth, R. Zengerle, F. von Stetten

**Real-time PCR based detection of a panel of foodborne pathogens on a centrifugal microfluidic "LabDisk" with on-disk quality controls and standards for quantification**

Anal. Methods 6, pp. 2038 – 2046

L. Tanguy, K. Mutschler, S. Dwivedi, S. Kartmann, S. Bammesberger, P. Koltay, R. Zengerle

**Multi physics network simulation of a solenoid dispensing valve.** Mechatronics 24, 209 – 221

T. van Oordt, Y. Barb, R. Zengerle, F. von Stetten

**Lamination of polyethylene composite films by ultrasonic welding: Investigation of peel behavior and identification of optimum welding parameters**

J. Appl. Polym. Sci. 2014, 131, 40291 (7 pp)

S. K. Vashist, O. Mudanyali, E. M. Schneider, R. Zengerle, A. Ozcan

**Cellphone-based devices for bioanalytical sciences**

Anal Bioanal Chem 406, 2014, pp. 3263-3277

S. K. Vashist, G. Czilwik, T. van Oordt, F. von Stetten, R. Zengerle, E. M. Schneider, J. H. T. Luong

**One-step kinetics-based immunoassay for the highly-sensitive detection of C-reactive protein in less than 30 minutes**

Analytical Biochemistry 456 (2014) 32 – 37

S. K. Vashist, T. van Oordt, E. M. Schneider, R. Zengerle, F. von Stetten, J. H. T. Luong

**A smartphone-based colorimetric reader for bioanalytical applications using the screen-based bottom illumination provided by gadgets**

Biosensors & Bioelectronics (in Druck)

S. K. Vashist, E. M. Schneider, R. Zengerle, F. von Stetten, J. H. T. Luong

**Graphene-based rapid and highly-sensitive immunoassay for C-reactive protein using a smartphone-based colorimetric reader**

Biosensors & Bioelectronics 66, pp. 169 – 176

S. K. Vashist, E. Lam, S. Hrapovic, K. B. Male, J. H. T. Luong

**Immobilization of antibodies and enzymes on 3-aminopropyltriethoxysilane-functionalized bioanalytical platforms for biosensors and diagnostics**

Chem. Rev., 2014, 114 (21), pp. 11083 – 11130

F. von Stetten, M. Hoehl, M. Weissert, A. Dannenberg, T. Nesch, N. Paust, R. Zengerle, A. Slocum, J. Steigert

**Centrifugal LabTube platform for fully automated DNA purification and LAMP amplification based on an integrated, low-cost heating-system**

Biomedical Microdevices, 16(3) pp. 375 – 385

F. von Stetten, S. Wadle, S. Rubenwolf, M. Lehnert, B. Faltin, M. Weidmann, F. Hufert, R. Zengerle

**Mediator probe PCR: detection of real-time PCR by label-free probes and a universal fluorogenic reporter**

in Quantitative Real-Time PCR: Methods and Protocols, Book Series: Methods in Molecular Biology, 2014, 1160, pp. 55 – 73

P. Wild, T. Grözinger, H. Kück

**„Einfluss von Poren auf die Zuverlässigkeit bleifreier Lötverbindungen auf LDS-MID unter Temperaturwechselbelastung“**

PLUS 7/2014, pp. 1536 – 1543

F. Zeller, N. Ojha, C. Müller, H. Reinecke

**Electrical discharge milling of silicon carbide with different electrical conductivity**

Key Engineering Materials 2014, volume 611 – 612

# Publikationen

## Kongresse, Tagungen und Workshops

**IEEE International Solid-State Circuits Conference**  
**09. – 13. Januar 2014, San Francisco, CA, USA**

- > Y. Manoli  
Energy harvesting for wearable systems  
Vortrag innerhalb der Evening Session "Wearable Wellness Devices: Fashion, Health, and Informatics"

**PRONTO-Workshop**  
**22. Januar 2014, Stuttgart**

- > U. Keßler, U. Grotz, K. Warkentin  
Pronto SesKoM – Serienstart komplexer Mikrosysteme
- > H. Müller, G. Böhm, B. Polzinger  
Rapid Manufacturing: Drucken von Umverdrahtungsträgern
- > B. Polzinger, U. Bürklin, O. Laux  
Gedruckte Fluid-Sensorik

**6. InnovationForum Micro Technology**  
**29. Januar 2014, Villingen-Schwenningen**

- > A. Bülow, A. Schwenck  
Messestand und Vortrag „Miniaturisierter LVDT Positionssensor für den Einsatz in metallischen Umgebungen“
- > F. Kuhn  
MST meets ICT
- > C. Rathfelder  
Vom Sensor zu Smarten Sensoren zu Cyber Physical Systemen

**International Precision Assembly Seminar**  
**16. – 18. Februar 2014, Chamonix, Frankreich**

- > J. Seybold, U. Kessler, K.-P. Fritz, H. Kück  
Precision micro assembly of optical components on MID and PCB

**Workshop „Miniaturisierung in der Medizintechnik“**  
**Materials Valley e.V., 20. Februar 2014, Hanau**

- > S. Spieth  
Mikrodosiersysteme für die Medizintechnik

**12<sup>th</sup> Psychoimmunology Expert Meeting,**  
**06. – 09. März 2014, Günzburg**

- > S. K. Vashist, T. van Oordt, E. M. Schneider, F. von Stetten, R. Zengerle  
Smartphone and tablet-based point-of-care in vitro diagnostics and devices for mobile healthcare

**Gordon Research Seminar Batteries**  
**09. – 14. März 2014, Ventura, CA, USA**

- > N. Paust, T. Hutzenlaub, L. Zielke, D. R. Wheeler, I. Manke, T. Arlt, R. Zengerle, S. Thiele  
Combining X-ray tomography with virtual design in LiCoO<sub>2</sub> electrodes

**Lab-on-a-Chip European Congress**  
**10. – 11. März 2014, Berlin**

- > F. von Stetten  
LabTube – a novel "microfluidic app" for sample preparation and diagnostics operated in a laboratory centrifuge

**Advances in Biodetection & Biosensors**  
**10. – 11. März 2014, Berlin**

- > F. von Stetten  
Mediator probe PCR – principle, applications and guidelines for primer and probe design

**Gesundheitskongress 2014**  
**19. März 2014, Furtwangen**

- > S. Spieth  
Neue Mikrosysteme für die Medizintechnik von HSG-IMIT

**EPoSS Workinggroup Manufacturing Meeting**  
**26. März 2014, Wien, Österreich**

- > C. Rathfelder  
Industrie 4.0 – An overview

# Publikationen

## Kongresse, Tagungen und Workshops

### **Smart Systems Integration 2014 – International Conference and Exhibition on Integration Issues of Miniaturized Systems smartsystemsintegration**

**26.–27. März, Wien, Österreich**

- > C. Rathfelder, D. Rossbach  
Wireless data and energy transmission as part of the HSG-4S smart sensor model
- > A. Schumacher, M. Götz, G. Kattinger, J. Merz, S. Spieth, R. Zengerle  
Peristaltic MicroPump with active damping (PMP-AD)

### **ICMSE 2014 International Conference on Manufacturing Science and Engineering**

**17.–18. April 2014, Lissabon, Portugal**

- > N. Ohja, F. Zeller, C. Müller, H. Reinecke  
Study on the effect of tool polarity and tool rotation during  $\mu$ EDM of non-conductive ceramics

### **21<sup>st</sup> International Display Workshop**

**03.–05. Mai 2014, Niigata-shi, Japan**

- > P. Gaucci, N. Fruehauf, A. Ilchmann, B. Polzinger, W. Eberhardt, H. Kück  
Flexible electronics on back molded plastic foils

### **Clusterkonferenz MicroTEC Südwest**

**05.–06. Mai 2014, Freiburg**

- > S. K. Vashist, T. van Oordt, A. Kloke, F. von Stetten, R. Zengerle  
Smartphone-based colorimetric readers (SBCR) for bio-analytical applications and SBCR-based in vitro diagnostics for mobile healthcare
- > R. Günzler  
MST – Wertschöpfungsketten und Märkte

### **SMT Hybrid Packaging,**

**05.–08. Mai 2014, Nürnberg**

- > T. Günther, M. Barth, S. Weser, U. Kessler  
Messestand und Vortrag Günther „3W-MID – Coming from prototypes to production“

### **6. Internationale Fachmesse und Kongress für gedruckte Elektronik (LOPEC)**

**06.–08. Mai 2014, München**

- > B. Polzinger, V. Matic, L. Liedtke, J. Keck, D. Hera, T. Günther, W. Eberhardt, H. Kück  
Jetting of functional structures on molded 3D devices

### **Esaform 2014**

**07.–09. Mai 2014, Espoo, Finnland**

- > L. Labusch C. Müller, H. Reinecke  
Qualification of ECM-processes by electro impedance spectroscopy
- > N. Ojha, F. Zeller, C. Müller, H. Reinecke  
Comparative study on parametric analysis of  $\mu$ EDM of non-conductive ceramics
- > F. Zeller, N. Ojha, C. Müller, H. Reinecke  
Electrical discharge milling of silicon carbide with different electrical conductivity

### **5<sup>th</sup> annual conference for advances in qPCR & dPCR**

**14.–15. Mai 2014, Barcelona, Spanien**

- > M. Trotter, F. Stumpf, F. von Stetten, J. Hoffmann, R. Zengerle, G. Roth  
One-step single cell solid-phase PCR
- > S. Wadle, M. Follo, M. Lehnert, F. Schuler, N. von Bubnoff, R. Zengerle  
Specific SNP detection by mediator probe digital droplet PCR

### **Smart Home & Living Initiative – Chancen für Cluster- und Innovationsakteure in Baden-Württemberg**

**21. Mai 2014, Stuttgart**

- > C. Rathfelder  
Mikrosystem- und Informationstechnik als Basis für Smart Home und Living

### **UNI meets Pharma 2014, Universität Konstanz**

**22. Mai 2014, Konstanz**

- > S. Herrlich  
BuccalDose: Hochpräzise Medikation aus dem Zahn

### **Biosensors 2014**

**27.–30. Mai 2014, Melbourne, Australien**

- > G. Czilwik, V. Klein, O. Strohmeier, G. Roth, F. von Stetten, R. Zengerle, S. K. Vashist, D. Mark  
Automated detection of human C-reactive protein on centrifugal microfluidics-based LabDisk platform
- > I. Schwarz, S. Zehnle, G. Czilwik, T. Hutzenlaub, F. von Stetten, D. Mark, R. Zengerle  
Rapid development of centrifugal microfluidic assay automation by network-simulation based fluidic design
- > I. Schwarz, N. Paust  
Rapid development of centrifugal microfluidic assay automation by network-simulation
- > F. Stumpf, J. Schöndube, A. Gross, G. Roth, R. Zengerle, P. Koltay  
Non-contact single cell printing for single cell real-time PCR
- > F. Stumpf, L. Gutzweiler, L. Tanguy, P. Koltay, R. Zengerle, L. Riegger  
A flexible method for rapid-prototyping of PDMS microfluidic chips for droplet based applications using direct-written polymer master structures
- > S. K. Vashist, T. van Oordt, F. von Stetten, R. Zengerle  
Smartphone-based colorimetric reader for bioanalytical applications using tablet's/smartphone's screen-based bottom
- > S. K. Vashist, F. von Stetten, R. Zengerle  
One-step kinetics based immunoassay for the detection of human fetuin A in 30 min
- > S. K. Vashist, F. von Stetten, R. Zengerle  
A highly-sensitive rapid sandwich immunoassay for human fetuin A using the one/step antibody immobilization procedure

- > S. K. Vashist  
Smartphone-based C-reactive protein immunoassay
- > A. G. Venkatesh, J. Jin, G. Czilwik, F. von Stetten, R. Zengerle, S. K. Vashist  
Smartphone-based immunoassay for the highly-sensitive point-of-care detection of human C-reactive protein in whole blood and serum
- > F. von Stetten, A. Kloke, A. R. Fiebach, J. Steigert, M. Hoehl, R. Zengerle, N. Paust  
LabTube – a novel centrifugal microfluidic lab-on-a-chip platform for operation in standard laboratory centrifuges
- > S. Wadle, M. Lehnert, R. Zengerle, F. von Stetten  
Universal reporters of mediator probe PCR as target-independent biosensors for detection of five different RNA and DNA sequences

### **IEEE International Symposium on Circuits and Systems**

**01.–05. Juni 2014, Melbourne, Australien**

- > C. Ding, Y. Manoli, M. Keller  
A time-domain based multi-bit ADC for application in delta-sigma modulators
- > N. Muller, Y. Manoli, M. Kuhl  
A 1.6nS, 16 $\mu$ W, 30V Gm-C Integrator for Offset Voltage Monitoring in Neural Stimulators
- > M. Sherif, Y. Manoli  
A novel fully integrated low-power CMOS BPSK demodulator for medical implantable receivers
- > M. Sherif, Y. Manoli  
Design and implementation of an RF CMOS differential LNA for 403MHz applications
- > M. Sherif, S. Al-Saegh, Y. Manoli  
Design of 1mW CMOS OOK super-regenerative receiver for 402-405MHz medical applications

# Publikationen

## Kongresse, Tagungen und Workshops

### 9<sup>th</sup> ESA Round Table on Micro and Nano Technologies for Space Applications

10.–13. Juni 2014, Lausanne, Schweiz

- > O. Strohmeier, B. Kanat, D. Bär, P. Patel, J. Drexler, M. Weidmann  
Portable, centrifugal microfluidic platform for automatic molecular diagnostics in a low gravity environment

### IFCC WorldLab

22.–26. Juni 2014, Istanbul, Türkei

- > N. Paust, A. R. Fiebach, L. Drechsel, S. Zhang, R. Zengerle, F. von Stetten  
LabTube – a novel centrifugal microfluidic lab-on-a-chip platform for operation in standard laboratory centrifuges
- > S. Wadle, M. Lehnert, F. Schuler, R. Zengerle, F. von Stetten  
Universal reporters of mediator probe PCR as target-independent biosensors

### European Foundation for Clinical Nanomedicine,

23.–25. Juni 2014, Basel, Schweiz

- > K. Mitsakakis, S. Hin, V. Klein, O. Strohmeier, D. Mark, F. von Stetten, R. Zengerle  
Multi-pathogen identification on a centrifugal microfluidic platform

### 3D Cell Culture 2014

25.–26. Juni 2014, Freiburg

- > S. Kayo, C. Kühnbach, J. Sechi, H. Hoefemann, S. Herrlich, R. Zengerle, M. Müller  
A biohybrid microfluidic system for an in vitro analysis of tumor metastases through blood vessels

### MedTech Pharma 2014

02.–03. Juli 2014, Nürnberg

- > R. Zengerle, S. Spieth, S. Herrlich  
Mikrotechnische Lösungen für die Diagnostik und Medizin

### NN14 Nanotechnology

08.–11. Juli 2014, Thessaloniki, Griechenland

- > K. Mitsakakis, S. Hin, V. Klein, O. Strohmeier, D. Mark, F. von Stetten, R. Zengerle  
Disc-shaped Point-of-Care platform for infectious disease diagnosis

### EMBL Conference Series Microfluidics

23.–25. Juli 2014, Heidelberg

- > R. Zengerle, D. Mark, N. Paust, F. von Stetten  
Advanced centrifugal microfluidics and Microfluidic Apps

### World Congress on Alternatives and Animal Use

24.–28. August 2014, Prag, Tschechien

- > G. B. Stevens, T. Binz, W. Römer, T. van Oordt, G. A. Urban, R. Zengerle, F. von Stetten  
Towards a full-function molecular-based assay for botulinum neurotoxin

### 14<sup>th</sup> European Inter-Regional Conference on Ceramics

08.–10. September 2014, Stuttgart

- > E. Ermantraut, H. Müller, F. Sommer, R. Landfried, F. Kern, W. Eberhardt, H. Kück, R. Gadow  
Finest conductor paths on injection moulded ceramic substrates

### 9<sup>th</sup> Future Security Research Conference

16.–18. September 2014, Berlin

- > F. Kuhn  
Smart sensors for security applications

### Lab-on-a-Chip World Congress

18.–19. September 2014, San Diego, USA

- > F. von Stetten  
LabTube and LabDisk – prospective centrifugal microfluidic platforms for sample-to-answer point-of-care nucleic acid testing

### SepsEast 2014

18.–20. September 2014, Budapest, Ungarn

- > G. Czilwik, T. Messinger, O. Strohmeier, F. von Stetten, R. Zengerle, P. Saarinen, J. Niittymäki, K. McAllister, J. O' Leary, D. Mark  
Automated point-of-care diagnosis of neonatal sepsis from a 200 µL serum sample based on a LabDisk with integrated DNA extraction, pre-amplification, and real-time PCR detection

### 17. Heiligenstädter Kolloquium

22.–24. September 2014, Heiligenstadt

- > O. Strohmeier, G. Czilwik, T. van Oordt, M. Keller, D. Mark, R. Zengerle, F. von Stetten  
LabDisk: Zentrifugale Mikrofluidik zur voll-integrierten Automatisierung von Laborabläufen

### 11. Internationaler Kongress MID 2014

24.–25. September 2014, Fürth

- > A. Fischer, H. Müller, T. Kuhn  
Reliability of LDS Conductor Paths – Influencing Factors and Characterization Methods
- > T. Grözinger, P. Wild, H. Kück  
“Investigations on MID-reliability under thermal and mechanical cyclic loading”
- > H. Müller, S. Weser, E. Ermantraut, W. Eberhardt, H. Kück  
Laser based patterning processes for robust 3-Dimensional interconnect devices
- > B. Polzinger, V. Matic, L. Liedtke, J. Keck, D. Hera, T. Günther, W. Eberhardt, H. Kück  
Printing of functional structures on molded 3D Devices

### EPoSS Annual Forum 2014

24.–25. September 2014, Turin, Italien

- > C. Rathfelder  
Smart system integration in Industrie 4.0

### 9<sup>th</sup> International Workshop on Microfactories

05.–08. Oktober 2014, Honolulu, Hawaii

- > P. Faubert, C. Müller, H. Reinecke, P. Smyrek, J. Proell, W. Pfleging  
3D fs-laser structuring of novel electrode materials for fuel cells

### International Conference of Anticancer Research

06.–10. Oktober 2014, Porto Carras, Griechenland

- > S. Hensler, S. Kayo, C. Kuehlbach, J. Sechi, H. Hoefemann, S. Herrlich, R. Zengerle, M. Mueller  
A biohybrid microfluidic system for an in vitro analysis of tumor metastases through blood vessels

### 5. GMM-Workshop Mikro-Nano-Integration

08.–09. Oktober 2014, Ilmenau

- > B. Polzinger, V. Matic, J. Keck, W. Eberhardt, H. Kück, U. Bürklin, K. J. Keller  
Inkjet-Technologie zum Bedrucken dreidimensionaler kunststoffbasierter Substrate

### MFHS 2014 – 2<sup>nd</sup> International Conference on Microfluidic Handling Systems

08.–10. Oktober 2014, Freiburg

- > S. Hin, K. Mitsakakis, V. Klein, O. Strohmeier, M. Keller, D. Kosse, R. Zengerle, F. von Stetten, D. Mark  
The Lab-on-a-Chip Design & Foundry Service
- > A. Schumacher, M. Götz, G. Kattinger, J. Merz, S. Herrlich, S. Spieth, R. Zengerle  
Peristaltic micropump with integrated active damping

### SPIE/COS Photonics Asia

09.–11. Oktober 2014, Beijing, China

- > O. Hofherr, C. Wachten, C. Müller, H. Reinecke  
Long-range active retroreflector to measure the rotational orientation in conjunction with a laser tracker
- > J. Kettel, C. Müller, H. Reinecke  
Three-dimensional reconstruction of specular reflecting technical surfaces using structured light microscopy

# Publikationen

## Kongresse, Tagungen und Workshops

### 18<sup>th</sup> Leibniz Conference of Advanced Science 16.–17. Oktober 2014, Lichtenwalde

- > M. Trächtler  
Locating and supervising relief forces in buildings without the use of infrastructure

### qPCR and digital PCR Congress 20.–21. Oktober 2014, London, UK

- > S. Wadle  
Mediator probe qPCR and dPCR

### MNBS 2014 21.–22. Oktober 2014, Toulouse, Frankreich

- > K. Mitsakakis, S. Hin, V. Klein, O. Strohmeier, D. Mark, F. von Stetten, R. Zengerle  
Disc-shaped point-of-care platform for infectious disease diagnosis (DiscoGnosis)

### IMAPS Herbstkonferenz 2014 23. Oktober 2014, München

- > U. Keßler  
3D-Montageprozesse zum Aufbau von mehrdimensionalen Magnetfeldsensoren

### MicroTAS 2014 26.–30. Oktober 2014, San Antonio, USA

- > G. Czilwik, T. Messinger, O. Strohmeier, F. von Stetten, R. Zengerle, P. Saarinen, J. Niittymäki, K. McAllister, O. Sheils, D. Mark  
Fully integrated PCR detection of pathogens for fast diagnosis of neonatal sepsis on LabDisk
- > M. Keller, C. Nuese, P. Papireddy Vinayaka, R. Zengerle, F. von Stetten  
Fluidic structure for temperature measurement under rotation in centrifugal microfluidics
- > M. Keller, G. Czilwik, M. Rombach, R. Zengerle  
Diagnostics at the point of care: From sample-to-answer empowered by centrifugal microfluidics (Workshop)

- > M. Rombach, S. Hin, O. Strohmeier, F. von Stetten, R. Zengerle, D. Mark  
Pre-storage and release of purification reagents for full "hands-off" integration of DNA/RNA assays on the LabDisk platform
- > S. K. Vashist, T. van Oordt, F. von Stetten, R. Zengerle  
Rapid in vitro diagnostic procedures and platforms for point-of-care diagnostics
- > Y. Zhao, F. Schwemmer, S. Zehnle, F. von Stetten, R. Zengerle, N. Paust  
Centrifugo-pneumatic handling of microparticles without external actuation as a new unit operation for centrifugal microfluidics

### IEEE Sensors 2014 02.–05. November 2014, Valencia, Spanien

- > V. Matic, L. Liedtke, T. Günther, A. Bülau, A. Ilchmann, J. Keck, B. Polzinger, W. Eberhardt, H. Kück  
Inkjet printed differential mode touch and humidity sensors on injection molded polymer packages

### IVAM Forum (COMPAMED 2014) 13. November 2014, Düsseldorf

- > A. Bülau, T. Meißner  
Messestand und Vortrag „Sensor controlled pump with disposable pump element“

### PowerMEMS 2014 18.–21. November 2014, Awajj Island, Hyogo, Japan

- > A. Balakrishnan, C. Müller, H. Reinecke  
Design, fabrication and prototype testing of a chip integrated micro PEM fuel cell accumulator combined on-board range extender

### VDC Experten Workshop – Smarte Systeme im Kontext zu Industrie 4.0 09. Dezember 2014, St. Georgen

- > F. Kuhn  
Kommunikation in Industrie 4.0
- > C. Rathfelder  
Industrie 4.0 und Smarte Systeme im Überblick

# Habilitationen und Promotionen

## ■ Habilitation

### F. von Stetten

Advanced lab-on-a-chip technology platforms for leveraging point-of-care nucleic acid testing  
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

## ■ Promotionen

### T. Hehn

A CMOS Integrated Interface Circuit for Piezoelectric Energy Harvesters  
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

### T. Hutzenlaub

Visualization and Modelling of Porous Media in Electrochemical Cells  
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

### T. Northemann

Two-Level Closed-Loop Control of Vibratory Micromachined Gyroscopes  
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

### A. Shahein

Power Optimization Methodologies for Digital FIR decimation Filters  
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

### G. Konstantin

Entwicklung eines Lebensdauermodells für Durchkontaktierungen in mehrlagigen Leiterplatten  
Universität Stuttgart

# Studentische Abschlussarbeiten

## ■ Diplomarbeiten

### P. Czuprynska

Analyse und Bewertung der Leistungsfähigkeit von Low-Cost-Sensorik im Bereich der inertialen Fahrdynamik-Messtechnik  
Universität Stuttgart

### J. Hong

Untersuchungen zum Einsatz des Proto-Painting-LDS-MID-Verfahrens der Fa. LPKF  
Universität Stuttgart

### T. König

Untersuchung des Einflusses der mechanischen Kontaktierparameter beim Testen von Halbleitern  
Universität Stuttgart

### S. Weber

Einfluss von hochtemperaturstabilen Leiterplattenmaterialien auf die Leiterplatten- und Lötstellenzuverlässigkeit  
Universität Stuttgart

## ■ Masterarbeiten

### S. Alvarez-Echeverri

Bewertung des Einsatzes von Slug-Up-Bauelementen in Motorsteuergeräten  
Universität Stuttgart

### F. Gaßmann

Vollautomatische Sortierung von 3D-MID als Schüttgut  
Universität Stuttgart

### M. Grösche

Charakterisierung und Optimierung des blasengestützten Mischens in LabTube-Kartuschen  
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

### B. Haug

Untersuchungen zur Herstellung einer zweiten Leiterbahnebene mittels Duroplastspritzguss  
Universität Stuttgart

### A. Heyne

Aerosolbedingte Kontaminationsanalyse Mediatorsonden-PCR basierter Geneslices  
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

### Y. Hu

Current Regulation for an Energy Harvesting Boost Converter  
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

### E. Jodka

Inductor Sharing Block for a Multiple Input Energy Harvesting System  
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

### D. Krawat

Readout Concepts for Lorentz Force Magnetometers  
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

### S. Lakshminarayanan

Novel Approaches to the Implementation of Noise Coupling in Continuous-Time Delta Sigma Modulators  
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

### E. Liu

Herstellung von Trench-Kapazitäten in Si-Technologie für leistungselektronische Anwendungen  
Universität Stuttgart

### H. G. Mabhout

Design and Implementation of an Adaptive Charging Circuit for CMOS Integrated Fuel Cells  
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

### Y. Maniar

Thermische FEM-Simulation von Hochstrom-elektronikmodulen in Leiterplattentechnik  
Universität Stuttgart

### T. Meßinger

Charakterisierung und Optimierung des Nukleinsäureassays für neonatale Sepsis auf einer zentrifugal-mikrofluidischen Foliendisk  
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

### A. S. Mishra

Development and Implementation of a Highly Efficient Low-voltage DC-DC Converter for an Implantable Glucose Fuel Cell  
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

### E. Pflug

Development of a CMOS Transconductance Amplifier for Implantable Neural Recording sites with Signal Summation Capability  
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

### D. Plaia

Entwicklung und Implementierung von Algorithmen für die Fusion von Visueller Odometrie mit Inertial- und Magnetfeldmessungen  
Hochschule Furtwangen

### V. Radun

Development of a Highly Tunable CMOS Amplifier for Neural Recorders as Multi-purpose Sensor Interface for Rapid Prototyping Platforms  
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

### J. Schott

Kühlraten-Ventilaktuator auf der zentrifugalen LabDisk  
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

### M. Wiedemann

Implementation of the Synchronous Magnetic Flux Extraction Interface for an Inductive Energy Harvester  
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

# Studentische Abschlussarbeiten

## ■ Bachelorarbeiten

### I. Aksu

Untersuchung zu inkjetgedruckten Dehnungsmessstreifen auf Metallsubstraten  
Universität Stuttgart

### D. Arias Medina

Constrained Algorithms for Indoor Localization Systems  
Universidad de Malaga

### M. Fitzlaff

Lotpastenauftrag mittels Stempeln und Dippen für das Reflowlöten auf Molded Interconnect Devices (MID)  
Universität Stuttgart

### E. Frei

Entwicklung von Schnittstellen-Modulen für den openMSP430 Softcore-Prozessor  
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

### L. Kießner

Analyse eines Komprimierungsverfahrens für Multi-Elektrodenarrays  
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

### S. Köbich

Visualisierung und Auswertung von Messdaten eines 3D-Magnetfeldsensors  
Universität Stuttgart

### J. Köstermenke

Funktionale Auslegung einer osmotischen Dosierkartusche zur intraoralen Abgabe von Levodopa-Ethylester HCl  
Hochschule Furtwangen

### S. Petillon

Untersuchung zum Einfluss von Füllstoffen auf die Laserstrukturierung und selektive Metallisierung kommerzieller Duroplaste  
Universität Stuttgart

### S. Reichstatt

Implementierung von Interface und Digitalfilter zur Messdatenerfassung eines MID-basierten 3D-Magnetfeldsensors  
Universität Stuttgart

### K. Werum

Untersuchungen zum Umspritzen von optischen und elektronischen Bauteilen mittels Duroplastspritzguss  
Universität Stuttgart

## ■ Studienarbeiten

### A. Bajrami

Zuverlässigkeitsrelevante Materialcharakterisierung von Klebstoffen in der (Mikro)Aufbau- und Verbindungstechnik  
Universität Stuttgart

### J. Dawidowski

Untersuchungen zum Einsatz eines Pikosekundenlasers zur Mikrostrukturierung von Werkzeugstahl  
Universität Stuttgart

### R. Herberth

Aufbau und Inbetriebnahme eines Prüfstandes zur Ermittlung der Langzeitzuverlässigkeit von LDS-Leiterbahnen auf MID  
Universität Stuttgart

### B. Leibße

Anwendung der CFD-Methode zur Simulation von Benetzungsvorgängen in der Mikrosystemtechnik  
Universität Stuttgart

### D. Lorenz

Untersuchungen zur Auswirkung der Poren auf die Zuverlässigkeit von Lötverbindungen  
Universität Stuttgart

### H. T. Ngongang

Charakterisierung von nanopartikulären Silbertinten für inkjetgedruckte Leiterbahnen  
Universität Stuttgart

### A. Schellenberg

Auslegung des Strahlengangs für einen extrem miniaturisierten optischen Drehgeber  
Universität Stuttgart

### C. Schlegel

Konzeption, Auslegung und Inbetriebnahme eines Bestückungstools mit integrierter Kamera für Strahlforminspektion  
Universität Stuttgart

### Y. Sun

Druckqualität inkjetgedruckter Silberstrukturen in Abhängigkeit vom Druckabstand  
Universität Stuttgart

### T. Szasz

Aufbau und Inbetriebnahme eines Prüfstandes zur Ermittlung der Langzeitzuverlässigkeit von LDS-Leiterbahnen auf MID  
Universität Stuttgart

### E. Uz

Optimierung der Umströmungsöffnungen in einem zylindrischen Pumpkolben  
Universität Stuttgart

### C. Swacek

Simulation der Verformung dünnwandiger Strukturen mit der FSI-Methode  
Universität Stuttgart

### F. Zechnall

Untersuchungen zur Flip Chip Montage auf laserdirektstrukturierten Molded Interconnect Devices (MID) mit Fine Pitch Strukturen  
Universität Stuttgart

### T. Zengel

Inkjetdrucken von Leiterbahnstrukturen mit erhöhter Schichtdicke  
Universität Stuttgart

# Lehrveranstaltungen

## ■ Vorlesungen

Grundlagen der Mikrotechnik

IFM – Institut für Mikrointegration, Universität Stuttgart,  
Prof. Dr. rer. nat. H. Kück, E. Ermantraut M.Sc.

Aufbau- und Verbindungstechnik – Technologien

IFM – Institut für Mikrointegration, Universität Stuttgart,  
Prof. Dr. rer. nat. H. Kück, Dipl.-Ing. B. Polzinger

Aufbau- und Verbindungstechnik – Sensor- und Systemaufbau

IFM – Institut für Mikrointegration, Universität Stuttgart,  
Prof. Dr. rer. nat. H. Kück, Dipl.-Ing. T. Grözinger

Elektronik für Mikrosystemtechniker

IFM – Institut für Mikrointegration, Universität Stuttgart,  
Dipl.-Ing. R. Mohr

Elektronik

IMTEK – Institut für Mikrosystemtechnik,  
Universität Freiburg, Prof. Dr.-Ing. Y. Manoli

Elektronische Bauelemente in der Mikrosystemtechnik

IFM – Institut für Mikrointegration, Universität Stuttgart,  
Dipl.-Ing. R. Mohr

Modellierung und Simulation in der Mikrosystemtechnik

IFM – Institut für Mikrointegration, Universität Stuttgart,  
Dipl.-Ing. R. Mohr

Mikroelektronik / Microelectronics mit Übungen

IMTEK – Institut für Mikrosystemtechnik,  
Universität Freiburg, Dr.-Ing. M. Keller

Mixed-Signal CMOS Circuit Design

IMTEK – Institut für Mikrosystemtechnik,  
Universität Freiburg, Dr.-Ing. M. Keller

Analog CMOS Circuit Design mit praktischen Übungen

IMTEK – Institut für Mikrosystemtechnik,  
Universität Freiburg, Dr.-Ing. M. Keller

VLSI System Design mit praktischen Übungen

IMTEK – Institut für Mikrosystemtechnik,  
Universität Freiburg, Dr.-Ing. M. Keller

Integrierte Schaltungen

IMTEK – Institut für Mikrosystemtechnik,  
Universität Freiburg, Dr.-Ing. M. Kuhl

Angewandte MST

IMTEK – Institut für Mikrosystemtechnik,  
Universität Freiburg, Prof.-Dr. H. Reinecke

Energiespeicherung und Wandlung mittels Brennstoffzellen

IMTEK – Institut für Mikrosystemtechnik,  
Universität Freiburg, Prof. Dr. H. Reinecke

Litographie

IMTEK – Institut für Mikrosystemtechnik,  
Universität Freiburg, Prof. Dr. H. Reinecke

Mold flow simulation for replication processes

IMTEK – Institut für Mikrosystemtechnik,  
Universität Freiburg, Prof. Dr. H. Reinecke

Optimierung von Fertigungsverfahren

IMTEK – Institut für Mikrosystemtechnik,  
Universität Freiburg, Prof. Dr. H. Reinecke

Produktionstechniken

IMTEK – Institut für Mikrosystemtechnik,  
Universität Freiburg, Prof. Dr. H. Reinecke

MST Technologies and Processes

IMTEK – Institut für Mikrosystemtechnik,  
Universität Freiburg, Prof. Dr. H. Reinecke

Electrochemical production technologies

IMTEK – Institut für Mikrosystemtechnik,  
Universität Freiburg, Prof. Dr. H. Reinecke

MST – Technologien und Prozesse

IMTEK – Institut für Mikrosystemtechnik,  
Universität Freiburg, Prof. Dr.-Ing. R. Zengerle

Mikrofluidik 1: Effekte und Phänomene

IMTEK – Institut für Mikrosystemtechnik,  
Universität Freiburg, Prof. Dr.-Ing. R. Zengerle

Mikrofluidik 2: Mikrofluidische Plattformen

IMTEK – Institut für Mikrosystemtechnik,  
Universität Freiburg, Prof. Dr.-Ing. R. Zengerle

BioMST 1: Grundtechniken der Molekularbiologie

IMTEK – Institut für Mikrosystemtechnik,  
Universität Freiburg, Prof. Dr.-Ing. R. Zengerle

BioMST 2: Biotechnische Aufgabenstellungen für die  
Mikrosystemtechnik

IMTEK – Institut für Mikrosystemtechnik,  
Universität Freiburg, Prof. Dr.-Ing. R. Zengerle

## ■ Seminare

Seminar der Mikrosystemtechnik

IFM – Institut für Mikrointegration, Universität Stuttgart

Doktorandenseminar der Prozesstechnologie

Universität Freiburg

Doktorandenseminar der Anwendungsentwicklung

Universität Freiburg

Angewandte MST

Universität Freiburg

## ■ Kolloquium

Kolloquium der Mikrosystemtechnik

IFM – Institut für Mikrointegration, Universität Stuttgart

## ■ Praktika

Praktikum im Spezialisierungsfach Mikrosystemtechnik

IFM – Institut für Mikrointegration, Universität Stuttgart

APMB Allgemeines Praktikum Maschinenbau

IFM – Institut für Mikrointegration, Universität Stuttgart

Elektronikpraktikum

IFM – Institut für Mikrointegration, Universität Stuttgart

Elektronik

IMTEK – Institut für Mikrosystemtechnik,  
Universität Freiburg

Integrierte Schaltungen

IMTEK – Institut für Mikrosystemtechnik,  
Universität Freiburg

Mixed-Signal CMOS Circuit Design

IMTEK – Institut für Mikrosystemtechnik,  
Universität Freiburg

Clean Room Laboratory (Blockpraktikum)

IMTEK – Institut für Mikrosystemtechnik,  
Universität Freiburg

Reinraum Laborkurs

IMTEK – Institut für Mikrosystemtechnik,  
Universität Freiburg

Praktikum zur Vorlesung BioMST I: Grundtechniken der  
Molekularbiologie

IMTEK – Institut für Mikrosystemtechnik,  
Universität Freiburg, Prof. Dr.-Ing. R. Zengerle

# Patente und Gebrauchsmuster

## **Aufnahmeteil einer Kupplung für eine Fluidleitung**

Patentanmeldung in Europa (EP 2732194)

## **Aufnahmeteil einer Kupplung für eine Fluidleitung und Kupplung für eine Fluidleitung**

Patent in Deutschland (DE 10 2011 107 186)

## **Batterie und Verfahren zum Aktivieren einer Batterie**

Patent in Deutschland (DE 10 2013 002 716) zusammen mit einem Industrieunternehmen

## **Belastungszustandsbestimmer, Lastanordnung, Leistungsversorgungsschaltung und Verfahren zum Bestimmen eines Belastungszustandes einer elektrischen Leistungsquelle**

Patent in Europa (EP 2504713)

## **Beschleunigungssensor und Verfahren zum Erfassen einer Beschleunigung**

Patent in Europa (EP 1759216)

## **Bidirektionale Fördervorrichtung**

Patent in Deutschland (DE 10 2008 059 205)

## **Dermal Access Device**

Patent in Australien (AU2011212481)

## **Drehratensensor mit entkoppelten orthogonalen Primär- und Sekundärschwingungen**

Patent in Deutschland, Europa, USA und Japan (DE 196 41 284)

## **Drehratensensor und Drehratensensorsystem**

Patent in Europa (EP 1309834)

## **Feuchtesensor nach dem Taupunktprinzip auf Basis einer dünnen Membran**

Patent in Deutschland (DE 101 13 190)

## **Flexibles Schaltungssubstrat für elektrische Schaltungen und Verfahren zur Herstellung desselben**

Patentanmeldung in Deutschland (DE 11 2008 002 766)

## **Fluidhandhabungsvorrichtung mit Formatwandlung**

Patent in Europa, USA und Japan (EP 1171232)

## **Fluidhandhabungsvorrichtung und Verfahren zum Prozessieren einer Flüssigkeit unter Verwendung einer Diffusionsbarriere**

Patent in Deutschland (DE 10 2013 210 818) zusammen mit der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

## **Fluidikvorrichtung, Fluidikmodul und Verfahren zum Handhaben einer Flüssigkeit**

Patent in Deutschland, Europa und USA (DE 10 2008 003 979)

## **Fluidikvorrichtung für kontrolliertes Handhaben von Flüssigkeiten und Fluidiksystem mit einer Fluidikvorrichtung**

Patent in Deutschland (DE 10 2008 003 020)

## **Halbleiterbauelement mit Metallisierungsfläche und Verfahren zur Herstellung desselben**

Patent in Deutschland (DE 103 24 421)

## **Kapazitiver Sensor und ein Verfahren zur Herstellung eines kapazitiven Sensors**

Patent in Deutschland (DE 10 2008 025 236)

## **Kapazitives Sensorelement mit integrierter Mess- und Referenzkapazität**

Patent in Deutschland (DE 10 2013 222 129)

## **Kupplung für eine Fluidleitung**

Patent in Europa (EP 2255120)

## **Mechanischer Oszillator und Verfahren zum Erzeugen einer mechanischen Schwingung**

Patent in Deutschland (DE 198 11 025)

## **Mechanischer Resonator**

Patent in Deutschland (DE 10 2008 038 291) zusammen mit der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

## **Methode und Gerät zur Einstellung eines stimbaren Resonators auf Anregungsfrequenz**

Patent in Europa (EP 2316161) zusammen mit der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

## **Mischer zum Einsetzen in einen Rotor einer Zentrifuge**

Patent in Europa (EP 2536490)

## **Nadel, Nadelanordnung, Spritzgussform und Verfahren zum Herstellen**

Patent in Deutschland (DE 10 2008 052 749)

## **Pumpelement und Pumpe mit einem solchen Pumpelement**

Patent in Europa und USA (EP 2010784)

## **Sensor zum Anzeigen einer Position oder einer Positionsänderung eines Kopplungselements und Verfahren zum Betrieb des Sensors**

Patentanmeldung in Deutschland (DE 10 2013 019 168)

## **Thermische Sensorvorrichtung**

Patent in Deutschland (DE 10 2012 223 210)

## **Variabler Flusswiderstand**

Patent in Deutschland (DE 102 54 312)

## **Ventil**

Patent in Deutschland (DE 10 2006 005 517)

## **Verfahren und Vorrichtung zum Simulieren einer Drehrate und Verwendung von simulierten Drehraten zur initialen Kalibrierung von Drehratensensoren oder zur In-Betrieb-Nachkalibrierung von Drehratensensoren**

Patent in Deutschland (DE 103 21 962)

## **Verfahren und Vorrichtung zur Verarbeitung von analogen Ausgangssignalen von kapazitiven Sensoren**

Patent in Deutschland, Europa und USA (DE 100 59 775)

## **Verfahren zum Herstellen einer elektronischen Baueinheit, zugehörige Baueinheit und Baugruppe mit mindestens einer solchen Baueinheit**

Patentanmeldung in Deutschland (DE 10 2006 025 553)

## **Verfahren zum Herstellen einer Halbleiterstruktur und Halbleiterstruktur**

Patent in Deutschland (DE 10 2011 080 774)

## **Verfahren zum Herstellen einer mechanischen Verbindung zwischen zwei Bauteilen**

Patent in Deutschland (DE 10 2013 221 203)

## **Verfahren zur Herstellung einer Spule und elektronisches Gerät**

Patent in Deutschland (DE 10 2012 220 022)

## **Verfahren zur Herstellung eines Fluidelements, Fluidbauelement und Analysevorrichtung**

Patent in Deutschland (DE 100 60 433) zusammen mit einem Industrieunternehmen

## **Vibrationswandler**

Patent in Deutschland (DE 10 2005 056 941)

## **Vorrichtung und Verfahren, die Rückschlüsse über die Viskosität einer Probe ermöglichen**

Patent in Deutschland (DE 10 2013 218 978)

# Patente und Gebrauchsmuster

## **Vorrichtung und Verfahren zum Anreichern oder Abreichern von Sauerstoff oder Sauerstoffverbindungen in einem sauerstoffhaltigen Gasgemisch**

Patent in Deutschland (DE 10 2006 037 805)

## **Vorrichtung und Verfahren zum Aufbringen einer Mehrzahl von Mikrotröpfchen auf ein Substrat**

Patent in Europa und USA (EP 1212133)

## **Vorrichtung und Verfahren zum Bestimmen eines Niederschlags an einer Körperoberfläche**

Patent in Deutschland (DE 10 2007 034 686)

## **Vorrichtung und Verfahren zum Bewegen einer Festphase in eine Mehrzahl von Kammern**

Patent in Deutschland (DE 10 2013 220 064)

## **Vorrichtung und Verfahren zum Bewegen von Flüssigkeit in einem zentrifugalen System unter Verwendung von Unterdruck**

Patent in Deutschland (DE 10 2013 215 002) zusammen mit der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

## **Vorrichtung und Verfahren zum Ermöglichen der Bewertung eines Füllzustands**

Patent in Deutschland (DE 10 2007 025 513)

## **Vorrichtung und Verfahren zum Herstellen eines Replikats oder eines Derivats aus einem Array von Molekülen und Anwendungen derselben**

Patent in Deutschland (DE 10 2009 012 169) zusammen mit der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

## **Vorrichtung und Verfahren zum Steuern eines Flüssigkeitsflusses und Vorrichtung zum Verschließen eines Entlüftungskanals**

Patent in Deutschland (DE 10 2009 050 979)

## **Vorrichtung und Verfahren zum Thermokompressionsbonden**

Patent in Europa (EP 0947281) zusammen mit einem Industrieunternehmen

## **Vorrichtung und Verfahren zur Erzeugung eines Gemenges von zwei ineinander unlöslichen Phasen**

Patent in Deutschland (DE 10 2005 048 259)

## **Vorrichtung und Verfahren zur Erzeugung von Kombinationen von Flüssigkeiten und Verfahren zur Herstellung einer Vorrichtung zur Erzeugung von Kombinationen von Flüssigkeiten**

Patent in Deutschland (DE 10 2012 213 044) zusammen mit der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

## **Vorrichtung und Verfahren zur Handhabung von Biomolekülen**

Patent in Deutschland (DE 10 2009 005 925)

## **Vorrichtung zum Einsetzen in einen Rotor einer Zentrifuge, Zentrifuge und Verfahren zum fluidischen Koppeln von Kavitäten**

Patent in Deutschland, Europa und China (DE 10 2010 003 223) zusammen mit der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

## **Vorrichtung zur Aufbewahrung und dermalen Verabreichung einer Substanz**

Patent in Deutschland (DE 10 2008 057 822)

## **Vorrichtung zur kapazitiven Druckbestimmung**

Patentanmeldung in Deutschland (DE 10 2011 075 822)

## **Vorrichtung zur Regelung eines Massestromes**

Patent in Deutschland (DE 10 2007 022 782)

## ■ Gebrauchsmuster

### **Mechanisch-elektrischer Generator**

Gebrauchsmuster in Deutschland (DE 20 2006 004 580)

### **Vibrationswandler**

Gebrauchsmuster in Deutschland (DE 20 2005 018 668)

## ■ Patente der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, für die Hahn-Schickard ein exklusives Nutzungsrecht hat

### **Flüssigkeitshandhabungsvorrichtung und Verfahren zum Handhaben von Flüssigkeiten**

Patent in Europa und USA (EP 2434417)

### **Vorrichtung und Verfahren zum Erzeugen von Fluidanordnungen aus Fluiden**

Patent in Deutschland (DE 103 56 369)

# Impressum

■ **Hahn-Schickard-Gesellschaft  
für angewandte Forschung e.V.**

Wilhelm-Schickard-Straße 10  
78052 Villingen-Schwenningen  
Telefon +49 7721 943-0  
Fax +49 7721 943-210  
E-Mail [Info@Hahn-Schickard.de](mailto:Info@Hahn-Schickard.de)  
[www.Hahn-Schickard.de](http://www.Hahn-Schickard.de)

**Idee, Gestaltung:**

Apollo 11 GmbH, Reutlingen

**Fotografie:**

Bernd Müller Fotografie, Augsburg  
ESA (S. 23)  
Apollo 11 GmbH, Reutlingen  
Fotolia (S. 13 – 21, 25, 34)  
Depositphotos (S. 39)

**Druck:**

Müller Offset Druck GmbH, Villingen-Schwenningen

**Stand:**

April 2015  
Alle Angaben ohne Gewähr



