

Jahresbericht 2016

dermaject® – neues Medizinprodukt
für intradermale Injektionen

Dr. Markus Clemenz,
Gründer von Verapido Medical GmbH



Standorte und Kontakt

Drei Standorte, eine Philosophie: Ob in Stuttgart, Villingen-Schwenningen oder Freiburg – wir stehen für kundenorientierte Forschungs-, Entwicklungs- und Fertigungsdienstleistungen. Rund 200 Beschäftigte an drei Standorten in Baden-Württemberg arbeiten unter dem Dach von Hahn-Schickard eng zusammen.



■ Hahn-Schickard, Stuttgart

Allmandring 9 b, 70569 Stuttgart
Telefon +49 711 685-83712
Fax +49 711 685-83705
E-Mail Info@Hahn-Schickard.de

- > Präzisionsbearbeitung + Spritzgießtechnik, Strukturierung von Oberflächen + MID, Mikromontage + Packaging, Sensoren + Systeme, Modellierung + Zuverlässigkeit, Fertigung
- > 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

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

- > Geschäftsführung
Clemens Pecha

■ Hahn-Schickard, Freiburg

Georges-Köhler-Allee 103, 79110 Freiburg
Engesserstraße 4, 79108 Freiburg
Telefon +49 761 203-73242
Fax +49 761 203-73299
E-Mail Info@Hahn-Schickard.de

- > Lab-on-a-Chip Foundry, Mikroanalysesysteme, Mikroelektronik
- > Institutsleitung
Prof. Dr.-Ing. Yiannos Manoli
Prof. Dr.-Ing. Roland Zengerle



Sehr geehrte Damen und Herren,

viele Wege führen nach Rom, und fast ebenso viele Wege existieren für einen erfolgreichen Technologietransfer. Das Fördern von Ausgründungen spielt in diesem Zusammenhang für Hahn-Schickard eine immer größere Rolle. Der Wunsch, selbst unternehmerisch tätig zu sein, spornt Gründer zu Höchstleistungen an. So manche Innovation, die bei etablierten Unternehmen nicht ins Portfolio passt oder die im Rahmen der üblichen Förderpraxis nicht mehr förderfähig ist, blüht auf, wenn der Gründer an sie glaubt. Seit 2013 haben sich drei solcher Unternehmungen aus Hahn-Schickard ausgegründet: Verapido Medical, cytena und SpinDiag. Eines haben sie gemein: Hahn-Schickard hat sie immer unterstützt, auch in schwierigen Phasen.

„dermaject®“, ein Injektionsgerät für intradermale Verabreichungen von Medikamenten, steht heute kurz vor der CE-Zulassung, die Ausgründung Verapido Medical kurz vor der Zertifizierung nach DIN ISO 13485. Die CE-Zulassung markiert den Startpunkt für zwei klinische Studien, in denen dermaject® z.B. in modernen Krebstherapien eingesetzt werden kann. Grund für uns, das System zusammen mit dem Gründer, Dr. med. Markus Clemenz, auf dem Cover dieses Jahresberichts abzubilden.

Der single-cell printer (scp) der Firma cytena druckt einzelne biologische Zellen verkapselt in freifliegenden Pikolitertröpfchen auf beliebige Substrate. Dr. Jonas Schöndube, Dr. André Groß, Benjamin Steimle und Dr. Peter Koltay haben auf der Basis von Vorarbeiten bei Hahn-Schickard und an der Universität Freiburg 2014 das Unternehmen cytena ausgegründet und 2015 ein Seed-Investment von 1,1 Mio. Euro eingeworben. Inzwischen ist cytena auf zehn Mitarbeiter angewachsen und sechs der namhaftesten Unternehmen der Pharmabranche konnten bereits als Kunden gewonnen werden. Die Wertschöpfung für cytena steckt in den hochwertigen Anlagen, aber das Kernelement, das diese überhaupt erst möglich macht, ist ein Druckkopf, der im Hahn-Schickard-Reinraum in Villingen-Schwenningen produziert wird.

Unser jüngstes Beispiel ist die Firma SpinDiag, ausgegründet im zurückliegenden Jahr 2016 von Dr. Daniel Mark und einem Team aus fünf weiteren Hahn-Schickard-Ingenieuren. SpinDiag fokussiert sich auf das schnelle Screening von Patienten auf antibiotikaresistente Erreger bei deren Aufnahme ins Krankenhaus. SpinDiag profitiert in Entwicklung und Zulassung von den Hahn-Schickard-Kompetenzen in Spritzguss in Stuttgart und der Pilotlinie für diagnostische Testträger in Freiburg und befruchtet und stimuliert im Gegenzug die Kollegen, die weiterhin bei Hahn-Schickard an der Thematik arbeiten. Dies umfasst z.B. umfangreiche Befragungen von Krankenhauspersonal und das Erstellen klinisch-ökonomischer Nutzen-Modelle, Usability Studies im Feld und die Adressierung weiterer regulatorischer Fragestellungen in Entwicklung und Herstellung.

Gründer brauchen Unterstützer und Vorbilder. In diesem Zusammenhang freut es uns, in Kürze Dr. Alfons Dehé im Kreis der Hahn-Schickard-Institutsleiter begrüßen zu können. Herr Dehé hat den Ruf auf die Georg H. Endress Professur für Smart Systems Integration erhalten und wird im Sommer 2017 zu uns stoßen. Er blickt auf eine 19-jährige, sehr erfolgreiche Karriere bei Infineon in der Entwicklung insbesondere von MEMS-Mikrofonen zurück. Mikrofone spielen eine zentrale Rolle beim Internet der Dinge sowie dem Thema Industrie 4.0 und werden in Milliardenstückzahlen gefertigt. Infineon konnte sich einen Marktanteil von über 30 % erschließen, woran Dr. Dehé maßgeblich mitwirkte. Wir freuen uns auf diesen Pionier, dessen Erfahrung nicht nur für die Gründer enorm wichtig ist!

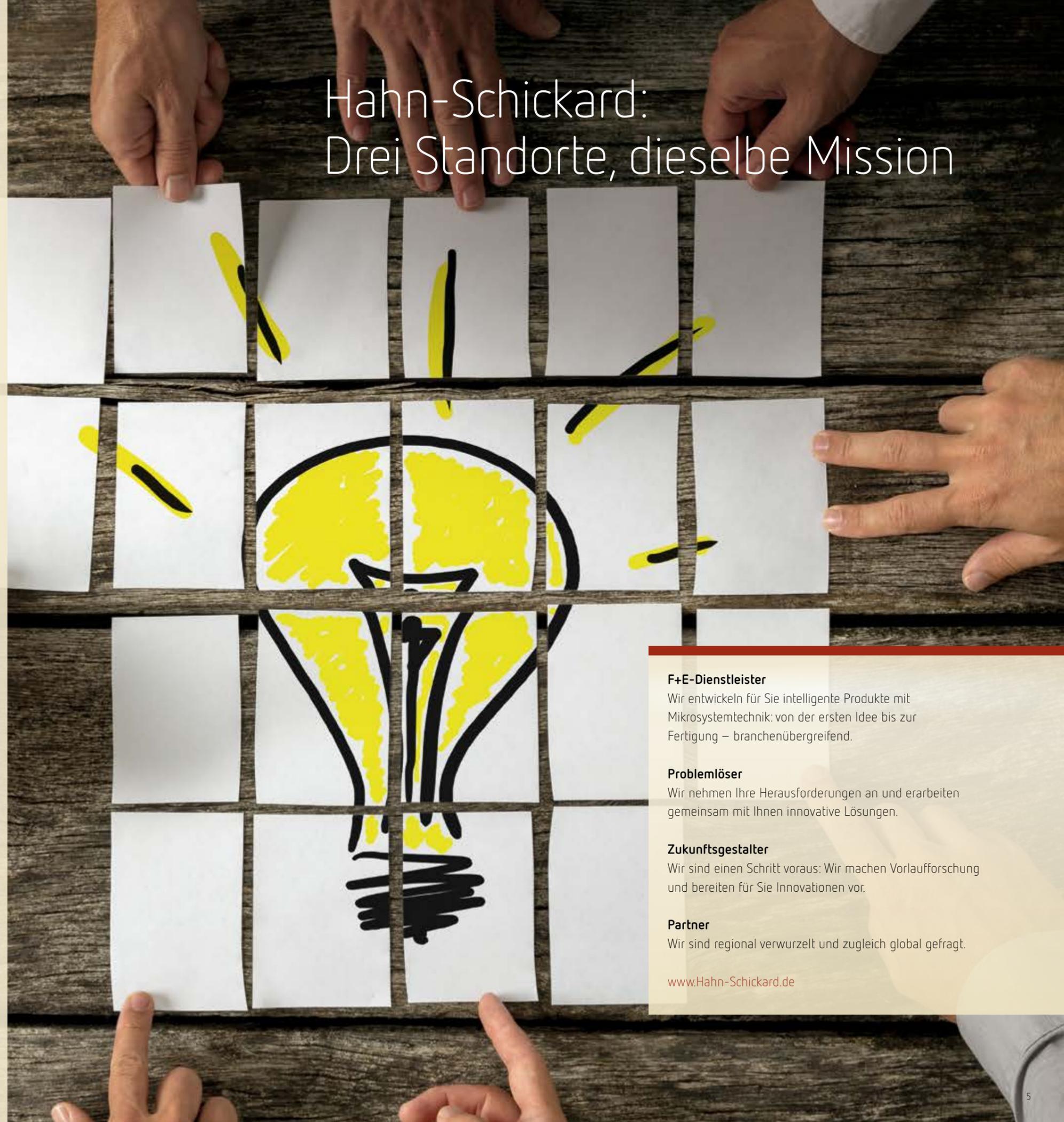
Ach ja, da wäre noch etwas: Hahn-Schickard ist weiter gewachsen – um fast 20 % bei den Drittmitteleinnahmen und den Mitarbeiterzahlen. Nun brennen rund 200 Mitarbeiter darauf, die Herausforderungen anzunehmen, mit denen Sie zu uns kommen.

Ihre Hahn-Schickard-Institutsleiter

Inhaltsverzeichnis

Standorte und Kontakt	2
Editorial	3
Inhaltsverzeichnis	4
Mission	5
Organe und Gremien	6
Mitglieder	8
Hahn-Schickard in Zahlen	9
Angebot und Anwendungsfelder	10
Netzwerke und Kooperationen	12
Hahn-Schickard-Ausgründungen	14
Highlights	16
Der Fingerabdruck von Bauteilen zur markierungsfreien Rückverfolgung – Track4Quality	18
Rapid Prototyping von MID durch Additive Fertigung und Laserlöten	20
Industrie 4.0 zum Ausprobieren	22
Condition Monitoring – Verzahnungsüberwachung in Getrieben	24
Injektionsgerät für intradermale Medikamentenverabreichung: CE Zertifizierung von dermaject®	26
Zuverlässige Erkennung und Nachverfolgung von chirurgischen Instrumenten	28
Vor-Ort-Diagnose fieberiger Erkrankungen im Senegal und Sudan getestet	30
Weniger ist mehr: SAXSDisk ermöglicht Analyse von Makromolekülen mit 10-fach geringeren Probenvolumina	32
Der single-cell printer von cytena druckt lebende Zellen	34
SpinDiag: Hilfe im Kampf gegen antibiotikaresistente Bakterien	36
Interaktives Sicherheits- und Assistenzsystem im häuslichen Umfeld	38
Neue Fertigungsansätze zur Herstellung von Membran- Elektroden-Einheiten elektrochemischer Energiewandler	40
Miniaturisierter optischer Drehwinkelsensor	42
Komplexe Diagnostik von der Auslegung bis zum fertigen Produkt: Spritzprägen schließt die Prozesskette	44
Mitwirkung in Gremien	46
Publikationen	49
Publikationen in Journalen und Büchern	49
Publikationen auf Kongressen, Tagungen und Workshops	53
Ausstellungen und Messen	62
Dissertationen	63
Studentische Abschlussarbeiten	64
Lehrveranstaltungen	68
Patente und Gebrauchsmuster	70
Impressum	74

Hahn-Schickard: Drei Standorte, dieselbe Mission



F+E-Dienstleister

Wir entwickeln für Sie intelligente Produkte mit Mikrosystemtechnik: von der ersten Idee bis zur Fertigung – branchenübergreifend.

Problemlöser

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

Zukunftsgestalter

Wir sind einen Schritt voraus: Wir machen Vorlaufforschung und bereiten für Sie Innovationen vor.

Partner

Wir sind regional verwurzelt und zugleich global gefragt.

www.Hahn-Schickard.de



Organe und Gremien

v.l.n.r.: Prof. Dr.-Ing. Yiannos Manoli, Dr. Wolfgang Spreitzer, Prof. Dr.-Ing. André Zimmermann, Prof. Dr.-Ing. Roland Zengerle, Dr. Volker Nestle, Uwe Remer, Thomas Albiez, Ernst Kellermann, Clemens Pecha

Organe



Vorstand

Vorsitzender:

Dr. Volker Nestle
 Trumpf GmbH & Co. KG (seit 1. April 2017),
 davor Festo AG & Co. KG

Stellv. Vorsitzende:

Ernst Kellermann
 Marquardt GmbH

Dr. Wolfgang Spreitzer
 Gruner AG

Dr. Harald Stallforth

Schatzmeister:

Thomas Albiez
 IHK Schwarzwald-Baar-Heuberg

Ständiger Gast:

Uwe Remer
 ZE mechatronic GmbH & Co. KG

Aufsichtsrat

Vorsitzender:

Ministerialdirigent Günther Leßnerkraus
 Ministerium für Wirtschaft, Arbeit und Wohnungsbau Baden-Württemberg

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

Prof. Dr. Michael Auer
 Steinbeis-Stiftung

Dr. Georg Bischopink
 Robert Bosch GmbH

Eckehardt Keip (bis 4. Mai 2016)
 Northrop Grumman LITEF GmbH

Dr. Rupert Kubon
 Oberbürgermeister Große Kreisstadt Villingen-Schwenningen

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

Dr. Mirko Lehmann
 IST AG, Schweiz

Dr. Rolf Merte (ab 4. Mai 2016)
 Testo AG

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

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.

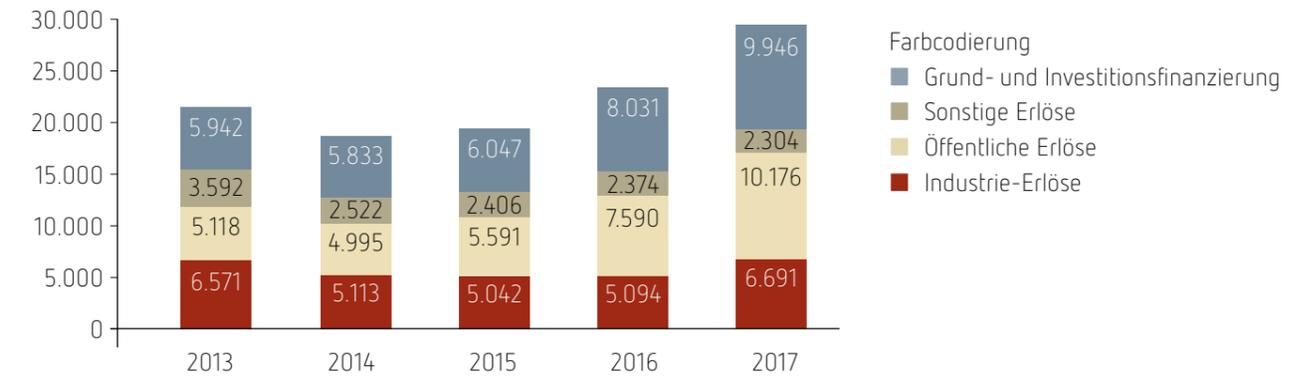
Wenn es um Förderprojekte oder die Vermittlung von Partnern geht, stellen wir regionale, nationale und internationale Kontakte für Ihr Geschäft her. Über unsere engen Verbindungen zu Universitäten und anderen Forschungseinrichtungen sind Sie mit uns immer am Puls der Zeit.



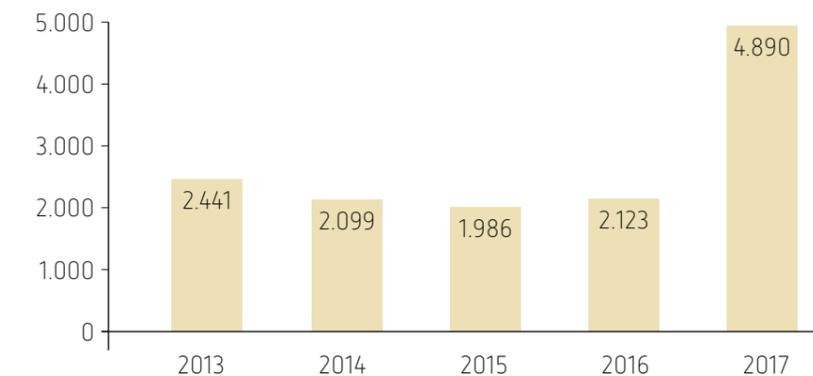
Auszug unserer Mitglieder
Stand: März 2017

Hahn-Schickard in Zahlen

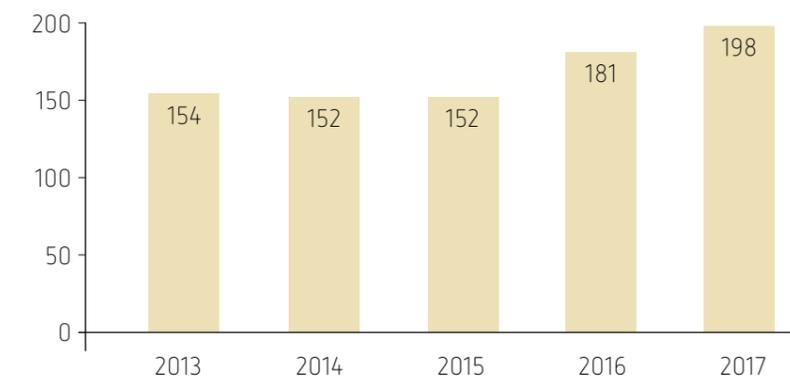
Haushalt in T Euro



Investitionen in T Euro



Mitarbeiter



Unser Angebot

Wir stehen für kundenorientierte, industriennahe, anwendungsorientierte Forschung, Entwicklung und Fertigung mit Mikro-systemtechnik. In vertrauensvoller Zusammenarbeit mit der Industrie realisieren wir innovative Produkte und Technologien in den Zukunftsfeldern Industrie 4.0 und Prozesstechnik, 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 + MID
- > Mikromontage + Packaging
- > Drucktechniken

■ Fertigung

- > MEMS Foundry
- > TransferFab – die AVT Foundry
- > Lab-on-a-Chip Foundry

PS: Kennen Sie schon unseren Newsletter?
Melden Sie sich an und bleiben Sie das
ganze Jahr informiert:
www.Hahn-Schickard.de/news

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

Regional verwurzelt, global gefragt, bestens vernetzt: Die Informations-, Kommunikations- und Mikrosystemtechnik sind im Südwesten Deutschlands 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.



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.



Die Allianz Industrie 4.0 wurde 2015 ins Leben gerufen. Das Ziel der Allianz ist es, die Kompetenzen aus Produktionstechnik sowie Informations- und Kommunikationstechnik zu bündeln, alle wesentlichen Akteure zu vernetzen und durch innovative Transferangebote den industriellen Mittelstand in Richtung Industrie 4.0 zu begleiten. Baden-Württemberg will die Chancen der Digitalisierung konsequent nutzen und das Land zur weltweiten Vorreiterregion beim Thema Industrie 4.0 machen.



Die Deutsche Industrieforschungsgemeinschaft Konrad Zuse e.V. vertritt die öffentlichen Interessen gemeinnütziger Industrieforschungseinrichtungen in Deutschland. Zu den Mitgliedern des technologie- und branchenoffenen Verbandes gehören unabhängige Forschungseinrichtungen aus dem gesamten Bundesgebiet, die ein breites Spektrum von Technologiekompetenzen anbieten.



Die Hochschule Offenburg und Hahn-Schickard kooperieren im Bereich der wissenschaftlichen und forschungsbezogenen Entwicklung von Software- und Kommunikationslösungen unter Nutzung von eingebetteten Systemen. Im Rahmen dieser Kooperation ist Prof. Dr.-Ing. Axel Sikora, wissenschaftlicher Leiter des Instituts für verlässliche Embedded Systems und Kommunikationselektronik (ivESK) an der Hochschule Offenburg, zugleich Leiter des Bereichs „Software Solutions“ und stellvertretender Institutsleiter bei Hahn-Schickard in Villingen-Schwenningen.



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 mit der 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.



Hervorragend vernetzt sind wir auch mit dem Institut für Mikrosystemtechnik (IMTEK) der Universität Freiburg. Es gehört zu den weltweit größten und führenden akademischen Forschungszentren auf dem Gebiet der Mikrosystemtechnik. 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 die Professur für Anwendungsentwicklung.



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.



Ziel der Forschungsvereinigung Räumliche Elektronische Baugruppen 3-D MID e.V. ist die Förderung und Weiterentwicklung der MID-Technologie. Dazu werden Projekte zur Gemeinschaftsforschung durchgeführt, der Erfahrungsaustausch unter den Mitgliedern gefördert und durch geeignete Öffentlichkeitsarbeit die Umsetzung der neuen technischen Möglichkeiten angeregt.



Die OE-A (Organic and Printed Electronics Association) ist der führende internationale Industrieverband für organische und gedruckte Elektronik. Er repräsentiert die gesamte Wertschöpfungskette dieser Industrie. Weit mehr als 200 Firmen aus Europa, Asien, Nordamerika, Südamerika, Afrika und Ozeanien arbeiten in der OE-A zusammen, um den Aufbau einer wettbewerbsfähigen Infrastruktur für die Produktion von organischer Elektronik weiter zu fördern. Die OE-A schlägt eine Brücke zwischen Wissenschaft, Technologie und Anwendung. Sie ist eine Arbeitsgemeinschaft im VDMA.

Hahn-Schickard-Ausgründungen

2003 ECMTEC GmbH

Ausgründung ECMTEC GmbH für die elektrochemische Mikrobearbeitung von Metallen.

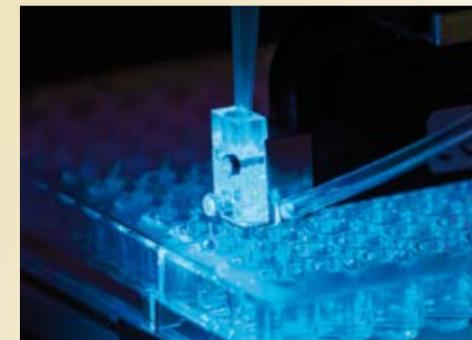
2007 MicroMountains Applications AG

Die MicroMountains Applications AG war Entwicklungsdienstleister für die Bereiche Mikrotechnik und Mikrosystemtechnik mit Sitz in Villingen-Schwenningen und unterstützte Unternehmen bei der industriellen Umsetzung zukunftsweisender Ergebnisse aus Forschung und Entwicklung in neue Produkte und Verfahren.



2005 BioFluidix GmbH

Die Entwicklung der TopSpot-Technologie zur Herstellung von Microarrays für GeneScan Europe AG führt 2005 zur Ausgründung der Biofluidix GmbH (heute 14 Mitarbeiter) in Freiburg.



2014: Single Cells on Demand – cytena

Die cytena GmbH entwickelt für die Zellforschung und in-vitro-Diagnostik Geräte, mit denen lebende Zellen einzeln dosiert werden können. Das Start-up wurde 2014 gegründet und basiert auf Forschungsergebnissen aus den gemeinsamen Aktivitäten der Universität Freiburg und Hahn-Schickard. Der patentierte Einzelzelldrucker beruht auf einer Tintenstrahl-Druckkartusche, die mit Hilfe eines Bildsensors sicherstellen kann, dass jeder abgegebene Mikrotropfen nur genau eine Zelle enthält. Dieser wird für die weitere Einzelzellanalyse berührungslos auf einen Untersuchungsträger oder in eine Zellkulturschale abgegeben.



2013 Verapido Medical GmbH

Das 2013 gegründete Spin-off von Hahn-Schickard hat sich auf die Entwicklung von innovativen, sicheren und bequemen Geräten zur Injektion und Infusion in oder unter die Haut spezialisiert.

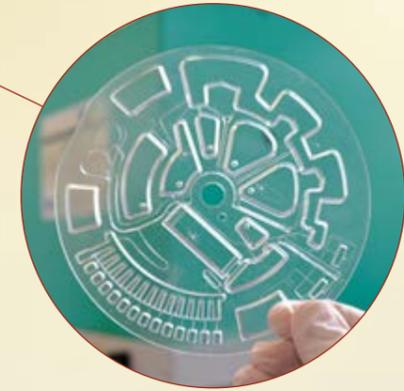
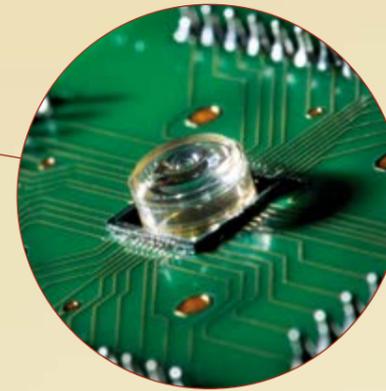


2016 SpinDiag GmbH

Ausgründung der Firma SpinDiag GmbH zur Kommerzialisierung des schnellen Nachweises von antibiotikaresistenten Bakterien.



Highlights



■ Nachhaltigkeit, Energie + Umwelt

- > Neue Fertigungsansätze zur Herstellung von Membran-Elektroden-Einheiten elektrochemischer Energiewandler 40

■ Mobilität + Bewegung

- > Miniaturisierter optischer Drehwinkelsensor 42

■ Lebenswissenschaften + Medizintechnik

- > Injektionsgerät für intradermale Medikamentenverabreichung: CE-Zertifizierung von dermaject 26
- > Zuverlässige Erkennung und Nachverfolgung von chirurgischen Instrumenten 28
- > Vor-Ort-Diagnose fieberiger Erkrankungen im Senegal und Sudan getestet 30
- > Weniger ist mehr: SAXSDisk ermöglicht Analyse von Makromolekülen mit 10-fach geringeren Probenvolumina 32
- > Der single-cell printer von cytena druckt lebende Zellen 34
- > SpinDiag: Hilfe im Kampf gegen antibiotika-resistente Bakterien 36
- > Interaktives Sicherheits- und Assistenzsystem im häuslichen Umfeld 38

■ Technologien

- > Komplexe Diagnostik von der Auslegung bis zum fertigen Produkt: Spritzprägen schließt die Prozesskette 44



■ Industrie 4.0 + Prozesstechnik

- > Der Fingerabdruck von Bauteilen zur markierungsfreien Rückverfolgung – Track4Quality 18
- > Rapid Prototyping von MID durch Additive Fertigung und Laserlöten 20
- > Industrie 4.0 zum Ausprobieren 22
- > Condition Monitoring – Verzahnungsüberwachung in Getrieben 24



Der Fingerabdruck von Bauteilen zur markierungsfreien Rückverfolgung – Track4Quality

Der Fingerabdruck eines Menschen ist einzigartig. Es genügen allein die individuellen Strukturen am Finger, um eine Person aus mehreren Milliarden zweifelsfrei zu identifizieren. Ähnlich verhält es sich bei Bauteilen, die auf den ersten Blick zwar identisch wirken, beim genauen Hinsehen jedoch durch statistische Prozesse in der Herstellung individuelle, einzigartige Oberflächenstrukturen offenbaren. Wie ein Fingerabdruck lassen sich diese Strukturen nutzen, um jedem Bauteil eine Identität zu verleihen und sie damit – ohne zusätzliche Markierung – in der Produktion oder im späteren Einsatz eindeutig „tracken“ zu können.

Das Wissen, wo sich ein Bauteil in der Produktion befindet und unter welchen Bedingungen es gefertigt wurde, stellt für ein Unternehmen einen bedeutenden Mehrwert dar: Arbeitsabläufe können gezielt optimiert werden, die Qualität von hergestellten Waren lässt sich mit den Produktionsbedingungen verknüpfen und im Fall von Rückrufaktionen können Maßnahmen eingeleitet werden, die sehr präzise nur die relevanten Bauteile betreffen.

Gegenüber bereits etablierten Verfahren erlaubt das Track4Quality-System die Nachverfolgung von Bauteilen ohne das zusätzliche Aufbringen eines RFID-Tags oder einer herkömmlichen Markierung. Dazu wird auf der Oberfläche des Bauteils ein geeigneter Ausschnitt definiert und dieser mit einer Kamera fotografiert. Aus den aufgenommenen Oberflächenstrukturen generiert ein speziell entwickelter Algorithmus eine digitale Signatur, die dem Bauteil zugeordnet und in einer Datenbank abgelegt wird. Die Signatur ist genauso wie die Struktur der Bauteiloberfläche einmalig und wird beim Vergleich mit anderen, baugleichen Komponenten genutzt, um eine eindeutige Identifizierung zu gewährleisten. Das Verfahren ist dabei grundsätzlich für unterschiedlichste Materialien geeignet, unter anderem für diverse Metalle und Kunststoffe.

Es ist die fertigungsbedingte Einzigartigkeit der Oberfläche, wodurch sich die Strukturen niemals exakt reproduzieren lassen und welche die Technologie sehr robust gegenüber Fälschungen und Manipulationen macht. Das Nutzen bereits vorhandener Merkmale ermöglicht darüber hinaus, Produkte und Halbzeuge identifizieren und verfolgen zu können, bei denen aus hygienischen, optischen oder sonstigen Gründen keine herkömmliche Markierung möglich ist. Die notwendige Hardware erfordert dabei nur wenig Raum, ist inline-fähig und kann einfach in eine bereits bestehende Fertigungsstraße integriert und kostengünstig betrieben werden.

Die grundlegende Funktionalität des Verfahrens wurde im Vorfeld des Projekts Track4Quality bei Hahn-Schickard anhand der MID-Fertigung bereits erfolgreich demonstriert. Für die Akzeptanz in der Industrie wird es entscheidend sein, am Ende des Projekts eine robuste und sichere Wiedererkennung von Bauteilen aus einer Vielzahl von Materialien garantieren zu können – möglichst auch dann, wenn die Oberfläche Umwelteinflüssen wie Schmutz, natürlicher Alterung, Chemikalien oder mechanischen Belastungen ausgesetzt war. Der Einfluss derartiger Faktoren sowie die Integration des Systems in bestehende Fertigungslinien sind die zentralen Aspekte im weiteren Verlauf des vom BMBF geförderten Projekts 16 ES 0430, an dem Hahn-Schickard gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik und Partnern aus der Industrie arbeitet.

Kontaktperson

Benedikt Wigger

Telefon: +49 711 685-84770

Benedikt.Wigger@Hahn-Schickard.de

Rapid Prototyping von MID durch Additive Fertigung und Laserlöten

Additive Fertigung in Kombination mit Laserlöten ermöglicht die schnelle und kostengünstige Herstellung von Molded Interconnect Devices (MID) in kleinen Stückzahlen.

Additive Fertigungsverfahren zeichnen sich durch eine hohe Flexibilität bei geringem Initialaufwand aus. Sie sind damit gerade für Funktionsmuster oder für kleinere Losgrößen hochinteressant. Aufgrund der limitierten Temperaturbeständigkeit der verwendeten Basismaterialien konnten additive Fertigungsverfahren bisher aber nur eingeschränkt für MID eingesetzt werden, da insbesondere die Bestückung mit elektronischen Bauteilen eine hohe Temperaturbelastung durch den Lötprozess bedeutet. Diese technologische Hürde konnte Hahn-Schickard jetzt in Zusammenarbeit mit der Häcker Automation GmbH und der Dr. Mergenthaler GmbH & Co KG im Rahmen eines ZIM-Projekts durch den Einsatz von Laserlöten überwinden.

Beim Rapid Prototyping von MID wird zunächst der 3D-Grundkörper mittels Digital Light Processing (DLP) aus einem UV-vernetzenden Duroplasten additiv gefertigt. Im nächsten Schritt erfolgt das Aufbringen von LPKF ProtoPaint LDS-Lack. Dieser ermöglicht die Laserstrukturierung des Bauteils durch das LPKF-LDS®-Verfahren. Anschließend wird das Bauteil mit dem für MID typischen außenstromlosen Schichtsystem Kupfer, Nickel und Gold beschichtet. Im letzten Schritt werden elektronische Komponenten hochpräzise bestückt und mittels Laserlöten kontaktiert. Der Auftrag der speziell für das Laserlöten geeigneten Lotpaste erfolgt durch Dispensen.

Das Laserlöten als selektives und über ein entsprechendes Leistungsprofil gut steuerbares Lötverfahren führt dabei nur zur einer geringen und lokal stark eingeschränkten Temperaturbelastung des Substrates und der elektronischen Komponenten. Die Zuverlässigkeit von derartigen Rapid Prototyping MID konnte mit Temperaturschocktests zwischen



0 und 55 °C demonstriert werden, wobei selbst nach 1000 Zyklen kein Ausfall beobachtet wurde. Weitere Zuverlässigkeitsuntersuchungen unter härteren Umweltbedingungen sind derzeit in Arbeit.

Die Prozesskette ist für die schnelle und insbesondere kostengünstige Fertigung von Funktionsmustern während der Entwicklung von MID geeignet, da aufgrund der additiven Fertigungskette auf teure Spritzgusswerkzeuge verzichtet werden kann. Somit können bereits während des Entwicklungsstadiums z.B. verschiedene Designvarianten einfach getestet werden. Die Ergebnisse der Zuverlässigkeitsuntersuchungen zeigen, dass die Fertigung von Produkten mit geringerem Anforderungsprofil in kleiner Serie mit der Prozesskette prinzipiell denkbar ist. Bei Hahn-Schickard steht hierfür die komplette Prozesskette von der additiven Fertigung bis hin zur Bestückung inklusive Laserlöten zur Verfügung.

Kontaktperson

Dr. rer. nat. Thomas Meißner
Telefon: +49 711 685-84826
Thomas.Meissner@Hahn-Schickard.de



Industrie 4.0 zum Ausprobieren

Die vernetzte Produktion – Industrie 4.0 – bietet gerade bei Wartung und Produktionsplanung große Potenziale für Prozess- und Kostenoptimierung. Dennoch zögern kleine und mittelständische Unternehmen (KMU), ihre Produktion umzustellen, weil sie hohe Investitions- und Umrüstkosten befürchten. Hahn-Schickard, die Hochschule Offenburg und das Forschungszentrum Informatik (FZI) erarbeiten daher einen einfachen, kostengünstig und risikolos zu installierenden Industrie-4.0-Werkzeugkasten aus Sensorik und Software, um die Vorteile einer vernetzten Produktion greifbar und erfahrbar zu machen.

Die Innovation des Projektes „Nicht-disruptives Kit für die Evaluation von Industrie 4.0“, kurz „NIKI 4.0“, liegt darin, dass die eigentlichen Produktionsanlagen und Maschinen unverändert bleiben (nicht-disruptiv) und die Fertigungsprozesse gleichbleibend weiterlaufen können. Das System informiert lediglich über Maschinenzustände und Umgebungsparameter und greift nicht in die Regelung und Steuerung der Anlagen ein. Die Forscher setzen hierbei auf akku- und funkbetriebene Sensoren, um sowohl bei der Energieversorgung als auch bei der Datenübertragung auf den Einsatz störender Kabel verzichten zu können. Das zum NIKI-4.0-Kit gehörende Kommunikationsgateway und die Visualisierung der gesammelten Daten mit Hilfe von Augmented Reality ist ebenfalls einfach, kostengünstig und risikolos zu installieren, so dass es ein Leichtes ist, die Potenziale einer Umrüstung auf Industrie-4.0-fähige Lösungen auszuprobieren und zu bewerten. Darüber hinaus bietet NIKI 4.0 als Open-Source-Plattform auch eine Basis für individuelle Erweiterungen und Anpassungen.

Mit dem NIKI-4.0-Werkzeugkasten lassen sich Umweltfaktoren wie Luftströmung oder Umgebungstemperatur, Energieverbrauch oder Positionsdaten der Halbzeuge und Produkte erfassen. Diese sind auch für Mitarbeiter außerhalb der unmittelbaren Umgebung der Maschinen interessant, beispielsweise für einen Betriebsleiter, der aktuelle Produktions- und Maschinendaten analysieren und die Produktionsprozesse und -vorgänge optimieren will. Die Baden-Württemberg Stiftung gGmbH beauftragte die Projektpartner im Rahmen des Forschungsprogramms „Industrie 4.0: Gestaltungspotentiale für den Mittelstand in Baden-Württemberg erforschen und nutzen“. Projektträger ist das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.

Zusatzinformationen unter:



www.niki-40.de

Kontaktperson

Dr.-Ing. Christoph Rathfelder
Telefon: +49 7721 943-161
Christoph.Rathfelder@Hahn-Schickard.de



Condition Monitoring – Verzahnungsüberwachung in Getrieben

Unter Condition Monitoring versteht man das Überwachen von Maschinen und Anlagen mit Sensoren, um charakteristische Zustandsgrößen einer Anlage erfassen und auswertbar machen zu können. Dies können, neben Temperaturänderungen an ausgewählten Punkten, Druckänderungen in pneumatischen oder hydraulischen Kreisen und vielen weiteren Größen, auch Vibrationen der Anlage selbst sein. Über geeignete Modelle der Anlage lassen sich Veränderungen beispielsweise auf verschleißende Teile zurückführen. Erkennt man verschleißende Teile rechtzeitig, können im Sinne einer planbaren Wartung (Predictive Maintenance) entsprechende Teile bei Wartungsarbeiten oder Stillstandzeiten der Anlage rechtzeitig gewechselt werden, bevor es zum Ausfall kommt.

Im Auftrag der Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA) wurde für das Anwendungsszenario „Condition Monitoring für Verzahnungsüberwachung in Getrieben“ ein intelligentes Sensorsystem entwickelt, das Sensoren zur Erfassung von Vibrationen aus drei unterschiedlichen Preisklassen (3 €, 60 € und 300 €) und zwei unterschiedlichen Technologien (MEMS, Piezo) miteinander vergleichbar macht. Das Anwendungsszenario erforderte Sensoren, die Vibrationen bis zu 3 Kilohertz erfassen können, und eine Sensor- und Komponentenauswahl, die dem industriellen Einsatzgebiet genügt. Ferner sollte das Sensorsystem die Daten auch vollständig analysieren und via Netzkabel an ein Visualisierungsgerät übertragen.

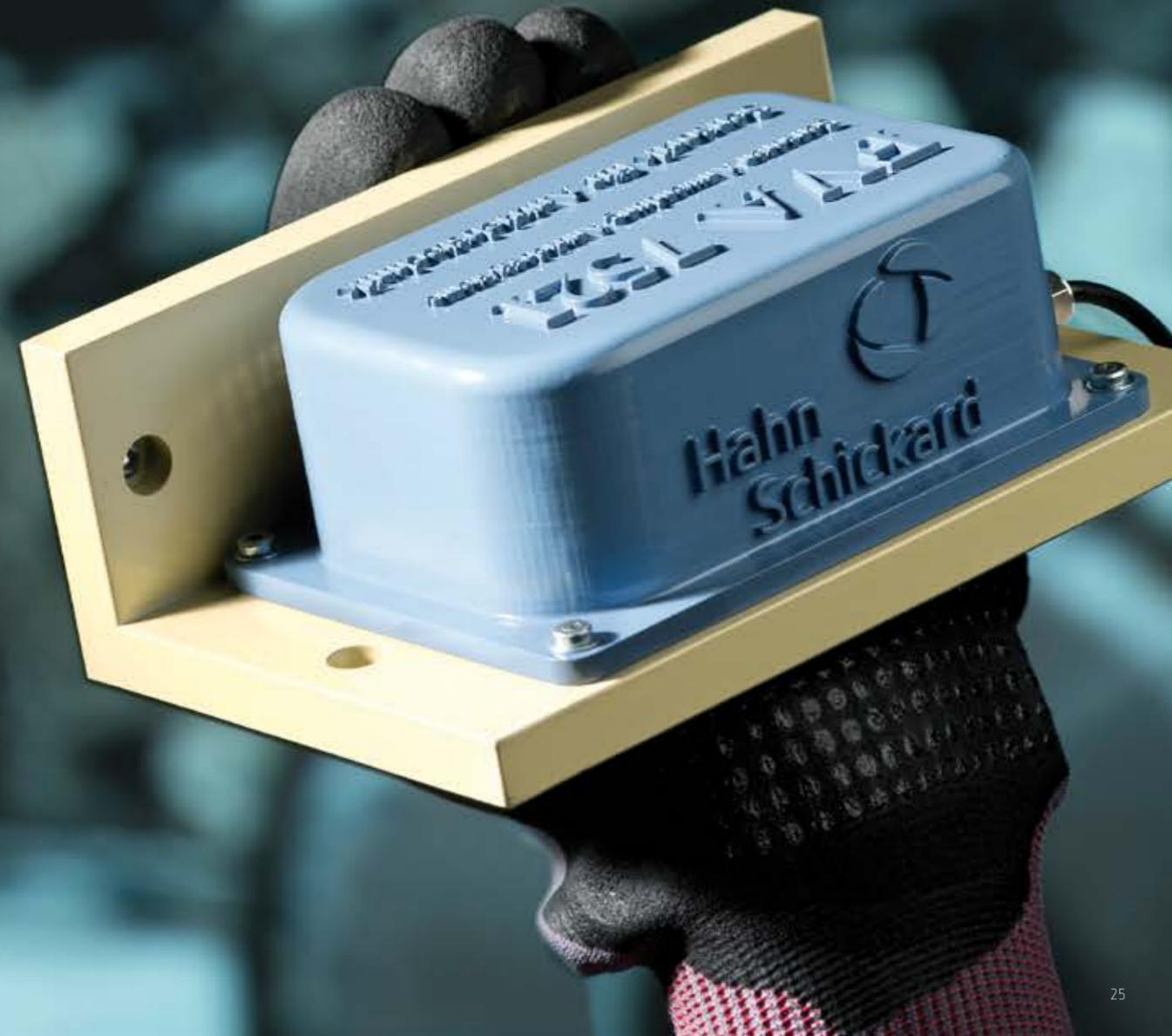
Auf Basis eines industrietauglichen Einplatinen-Computers wurde eine Lösung mit Aufsteckplatine erarbeitet, auf der die ausgewählten analogen Sensoren zusammen mit der analogen Vorverarbeitung platziert wurden. Auf dem Einplatinen-Computer läuft übergeordnet ein Linux-Betriebssystem für eine Client-Verbindung (TCP/IP) und die Datenübertragung über den Netzwerkanschluss.

Sogenannte Programmable Realtime Units des Einplatinen-Computers, gleichbedeutend mit Mikrocontrollern in Hardware, steuern zum einen die Analog-Digital-Umsetzer, digitalisieren die analogen Sensordaten, lesen die gemessenen Sensordaten aus und speichern diese ab, nehmen Korrekturen der Messdaten vor und wenden Fensterfunktionen auf ausgewählte Sensordaten an. Zum anderen berechnen sie Spektren über 4096 Punkte für zwei ausgewählte Sensorkanäle und analysieren diese hinsichtlich einer Grenzwertüberschreitung. Zusätzlich wird ein digitaler Temperatursensor ausgelesen. Das Visualisierungsgerät erlaubt es dem Anwender schließlich, im Spektrum punktweise eine Schwellwertfunktion zu definieren und an das Sensorsystem zu übertragen. Das Sensorsystem überwacht für zwei ausgewählte Sensoren das Spektrum und zeigt an, wann und wo die Schwellwerte überschritten werden. Auf diese Weise lassen sich Veränderungen von Schwingungen der Anlage leicht nachvollziehen. Neben den genannten Aufgaben identifiziert sich das Sensorsystem selbst und führt eine Selbstdiagnose durch. Schließlich wurde für das Sensorsystem mit Hilfe von Rapid Manufacturing ein Gehäuse realisiert, welches das System nicht nur schützt, sondern auch seine Funktionalität unterstützt.

Anhand von Vibrationsprofilen einer Anlage mit und ohne Schadensfall konnte die Funktionalität des Sensorsystems belegt und der Nachweis erbracht werden, dass auch Low-Cost-Sensoren für Condition Monitoring geeignet sind.

Kontaktperson

André Bülau
Telefon: +49 711 685-83708
Andre.Buelau@Hahn-Schickard.de





Injektionsgerät für intradermale Medikamentenverabreichung: CE-Zertifizierung von dermajaect®

Mit einem Injektionsgerät für intradermale Verabreichungen von Medikamenten realisiert Hahn-Schickard gemeinsam mit seiner Medizintechnik-Ausgründung Verapido Medical GmbH erstmals ein Klasse-IIa-Medizinprodukt. Das System wurde nach DIN EN ISO 13485 entwickelt, steht unmittelbar vor der CE-Zertifizierung und tritt nun in die Phase klinischer Studien ein.

Die Verabreichung von Arzneimitteln in die Dermis, d. h. bis maximal 2 mm unter die Hautoberfläche, hat zahlreiche Vorteile gegenüber der subkutanen Verabreichung in tieferliegende Gewebeschichten: der Wirkstoff gelangt schneller in die Blutbahn, ist daher schneller verfügbar und wirkt stärker. Zugleich treten weniger Nebenwirkungen auf. Intradermale Injektionen werden heute vorwiegend per Hand mit dicken Standardnadeln durchgeführt.

Das Verfahren ist jedoch fehleranfällig, birgt das Risiko von Nadelstichverletzungen und wird daher heute ausschließlich von geschulten Fachkräften vorgenommen. Wünschenswert sind daher Injektionsgeräte, mit denen Medikamente auf intradermale Weise sicher, standardisiert, reproduzierbar, fehlerfrei und bequem verabreicht werden können.

Hahn-Schickard hat daher zusammen mit der Ausgründung Verapido Medical das dermajaect®-System entwickelt, ein Gerät für Injektionen in die oberste Hautschicht (intradermal oder intrakutan). Die Entwicklung erfolgte nach der DIN EN ISO 13485 Norm. Eine technische Dokumentation inklusive Risikomanagement-, Gebrauchstauglichkeitsakte und klinischer Bewertung stellt sicher, dass auch die harmonisierten Normen nach der EG-Richtlinie 93/42/EWG eingehalten werden. Die kontinuierliche Überwachung der Lieferanten sichert zudem höchste Produktionsqualität.

Inzwischen steht dermajaect® unmittelbar vor der CE-Zulassung und soll in Kürze mit einem Krebsimpfstoff im Rahmen einer klinischen Studie an der Universität Tübingen getestet werden. Darüber hinaus soll dermajaect® für den US-amerikanischen Markt nach FDA-Standard zugelassen und die Produktion vollautomatisiert werden.

Kontaktperson

Dr. med. Markus Clemenz
Telefon: +49 7721 943-141
Markus.Clemenz@Hahn-Schickard.de



Zuverlässige Erkennung und Nachverfolgung von chirurgischen Instrumenten

Transponderchips erlauben, Gegenstände berührungslos per Funk zu identifizieren und mit einer Datenschnittstelle auszustatten. Das rationalisiert Arbeitsabläufe und schafft zusätzliche Sicherheit. Somit ist es auch für die Medizintechnik naheliegend, chirurgische Instrumente mit intelligenten Tracking-Algorithmen vollautomatisch zu erfassen.

Auf dem Markt befindliche Erkennungssysteme beruhen auf optischer Detektion. Sie erlauben allerdings nur die Erkennung von einzelnen Instrumenten, die sequenziell und manuell gescannt werden müssen. Deutlich einfacher und kostensparender wäre es, wenn viele Instrumente gleichzeitig und automatisch erkannt werden können. Dies ist bislang nur möglich mithilfe der sogenannten „Radio Frequency Identification“ (RFID). Für die Hersteller ergibt sich durch die automatische Erkennung zusätzlich die Möglichkeit, den Lebenszyklus der Instrumente zu erfassen und zu dokumentieren.

Die RFID-Kennzeichnung chirurgischer Instrumente stellt im Vergleich zu etablierten Anwendungen anderer Branchen besondere Anforderungen: Die Erfassung eng benachbarter Instrumente im Pulk stellt die größte Herausforderung dar, weil hier zahlreiche Transponder dicht beieinander in metallischer Umgebung mit dem Reader kommunizieren müssen. Die geforderte zuverlässige, getrennte Erfassung aller Transponder wird durch elektromagnetische Reflexionen, Interferenzerscheinungen und Abschattungen erschwert. Um dies zu lösen hat Hahn-Schickard spezielle Schaltungen für das Lesegerät entwickelt und umgesetzt. Dies betrifft einerseits die Antennenansteuerung und andererseits die Signalauswertung.

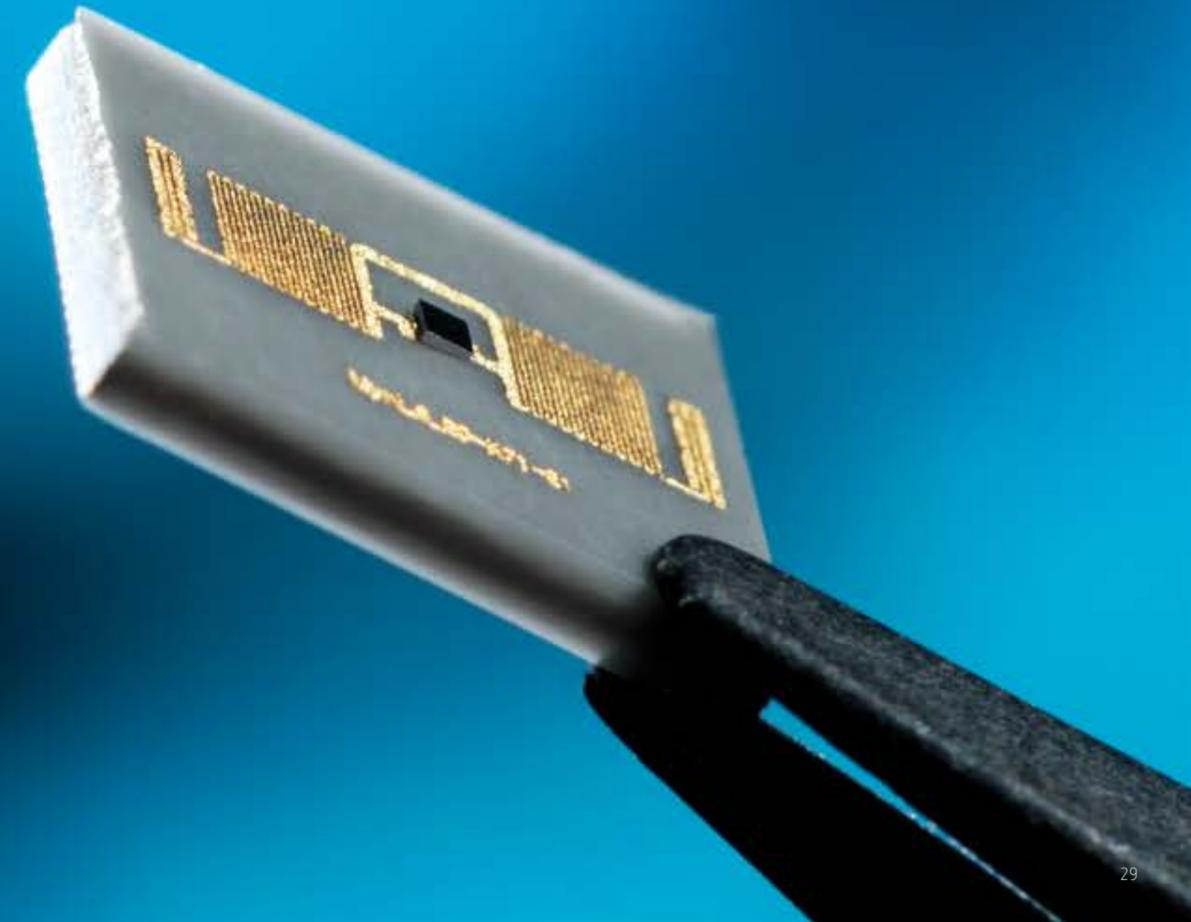
Besondere Anforderungen an die Aufbau- und Verbindungstechnik stellen die Reinigungs- und Sterilisationsprozesse der Instrumente dar: die Transponder müssen die rauen Umgebungen bei den standardisierten Aufbereitungszyklen überstehen.



Keramische Materialien bieten sich durch ihre gute Korrosionsbeständigkeit, hohe Härte und Abriebfestigkeit als Kapselmaterial an. Antennen und Leiterbahnen werden mit einer laserbasierten selektiven Metallisierung auf die spritzgegossenen Keramiksubstrate aufgebracht, ein Prozess, den Hahn-Schickard zusammen mit dem Institut für Fertigungstechnologie keramischer Bauteile (IFKB) der Universität Stuttgart neu entwickelt hat. Dazu wird in einem ersten Schritt das Layout mittels eines 3D-scannenden Lasersystems auf die Bauteiloberfläche geschrieben. Dadurch wird die Oberfläche selektiv für eine nachfolgende außenstromlosen Metallisierung aktiviert. Darauf können anschließend Leiterbahnen abgeschieden werden. Anschließend werden die Transponder-ICs kontaktiert und verkapselt.

Kontaktperson

Dr. Stephan Knappmann
Telefon: +49 7721 943-224
Stephan.Knappmann@Hahn-Schickard.de





Vor-Ort-Diagnose fieberiger Erkrankungen im Senegal und Sudan getestet

Die FeverDisk, die auf der LabDisk-Plattform von Hahn-Schickard beruht, hat sich im afrikanischen Feldtest bewiesen: Sie wurde zum ersten Mal in Krankenhäusern im Senegal und im Sudan erfolgreich eingesetzt, um verschiedene Erreger von Tropenkrankheiten als Ursache für akutes Fieber nachzuweisen. Bei Epidemien wie Ebola oder Zika, aber auch bei weitverbreiteten Krankheiten wie Malaria, ist akutes Fieber das häufigste Krankheits-Symptom. Die diagnostische Herausforderung besteht im Falle einer Infektion darin, die vielseitigen Ursachen für das Fieber über einen voll-automatischen Test so schnell wie möglich herauszufinden.

Im März 2016 wurden am Institut Pasteur de Dakar im Senegal Blutproben mithilfe der FeverDisk erfolgreich auf Malaria-Erreger, Dengue-Viren, auf das Chikungunya-Virus, sowie auf Salmonellen und Streptokokken getestet. Die Ergebnisse zeigen, dass die FeverDisk alle getesteten drei Erregerklassen – Parasiten, Bakterien und Viren – in bis zu zwölf parallelen Analysen nachweisen kann. Neben dem Nachweis von zuvor unbekanntem Mehrfach-Infektionen (zum Beispiel gleichzeitig Malaria und Chikungunya) war auch eine genaue Identifikation der Subtypen des Dengue-Virus möglich.

Im Dezember 2016 wurde die FeverDisk in einem Zentral-labor im sudanesischen Khartoum eingesetzt, um Malaria nachzuweisen. Alle Ergebnisse wurden durch sogenannte Gold-Standard-Methoden bestätigt.

Die voll-automatische FeverDisk von Hahn-Schickard ermittelt die Erreger über ihren genetischen Fingerabdruck, also über spezifische DNA/RNA-Sequenzen. Sie kann medizinisches Personal darin unterstützen, schnell die passende Behandlung auszuwählen. Wenige Tropfen Blut reichen aus, damit die FeverDisk bis zu 12 verschiedene Erreger gleichzeitig nachweisen kann. Die Methode dauert nur knapp zwei



Stunden und ist damit deutlich schneller als herkömmliche Methoden. Die FeverDisk kann kostengünstig hergestellt werden und ist sehr einfach zu bedienen: sie muss nur in ein tragbares Auslesegerät eingelegt werden – alles weitere erfolgt vollautomatisch vor Ort. Darüber hinaus können alle benötigten Reagenzien auf der Disk vorgelagert werden. Aufbewahrung und Transport sind unabhängig von der Kühlkette. Dies ist besonders vorteilhaft in Gegenden mit hohen Temperaturen und einer hohen Luftfeuchtigkeit.

Hahn-Schickard kann die FeverDisk rasch für den Test von weiteren Erregern anpassen, indem die Zusammensetzung der aktiven biochemischen Wirkstoffe geändert wird. Dies ermöglicht es, auf neue Epidemien schnell und effizient zu reagieren.

Kontaktperson

Dr. Konstantinos Mitsakakis
Telefon: +49 761 203-73252
Konstantinos.Mitsakakis@Hahn-Schickard.de

Weniger ist mehr: SAXSDisk ermöglicht Analyse von Makromolekülen mit 10-fach geringeren Probenvolumina

Die Röntgenkleinwinkelstreuung (engl.: Small-angle X-ray scattering, kurz: SAXS) ist eine wichtige Methode für die Analyse von Nanomaterialien oder Makromolekülen. In der Strukturbiologie wird sie beispielsweise eingesetzt, um das Verhalten von Proteinen in der Größenordnung von 1 bis 100 Nanometer zu studieren und so Vorgänge an Zellmembranen besser zu verstehen. Einer der wichtigsten Vorteile von SAXS ist, dass die Form der Proteine direkt in der Versuchslösung gemessen werden kann, also ohne aufwendige Herstellung von Proteinkristallen. SAXS ist deshalb ausgezeichnet geeignet, um Strukturänderungen im Nanometer-Bereich zu messen, die durch unterschiedliche Umgebungsbedingungen wie durch pH-Wert-Änderungen oder wechselnde Salzkonzentrationen hervorgerufen werden.

In den letzten Jahren erfreute sich SAXS einer stark ansteigenden Popularität bei Strukturbiologen, hauptsächlich aufgrund der Einführung von automatischen Probenwechslern und neuen Methoden zur Datenanalyse. Automatische Probenwechslern benötigen aber immer noch große Mengen an Proteinlösung, 5 bis 30 Mikroliter pro Messung. Da solch hoch aufgereinigte Proteinproben typischerweise nur in sehr begrenzten Mengen verfügbar sind, beschränken sich derzeitige SAXS-Messungen auf einige wenige Umgebungsbedingungen pro Protein. Das Potential von SAXS zur Untersuchung von Proteinstrukturen unter vielen verschiedenen Umgebungsbedingungen konnte somit nicht ausgeschöpft werden.

Durch den Einsatz zentrifugaler Mikrofluidik erlaubt nun die sogenannte SAXSDisk die benötigte Proteinmenge pro Messung drastisch zu verringern – ohne dass der Nutzer Schläuche und Pumpen anschließen müsste. Die SAXSDisk

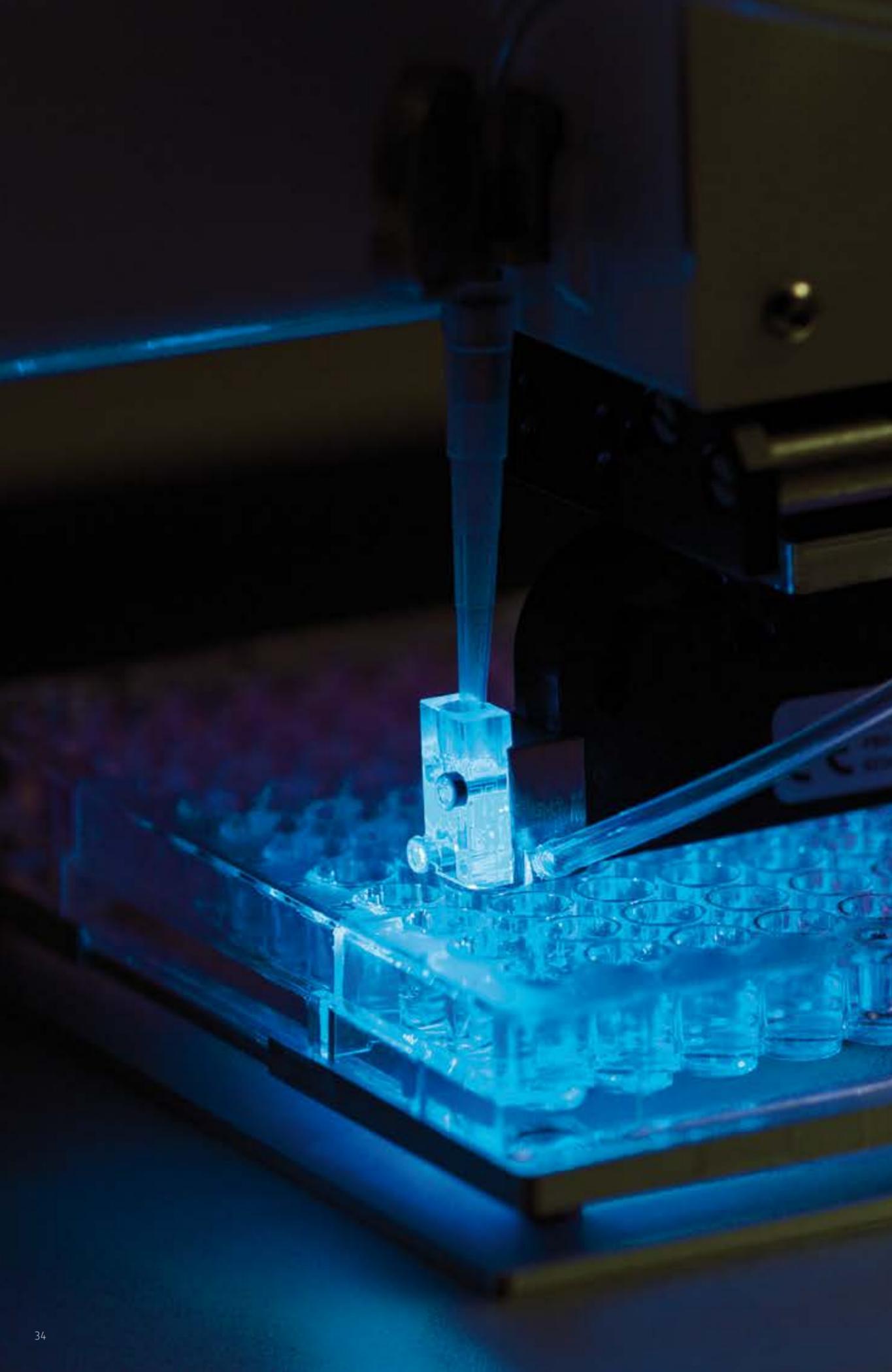


erzeugt 120 verschiedene Messbedingungen auf einer Disk automatisch und benötigt für 20 Messbedingungen nur 2,5 µl Proteinvolumen. Die SAXSDisk besteht aus drei übereinanderliegenden Polymerfolien und wird auf der Pilotlinie bei Hahn-Schickard durch thermisches Siegel thermogeformter Folien gefertigt.

Die SAXSDisk wurde in einer durch das BMBF geförderten Zusammenarbeit zwischen dem Europäischen Laboratorium für Molekularbiologie (EMBL) in Hamburg, der Universität Freiburg und Hahn-Schickard entwickelt. Derzeit wird ihre Integration am EMBL in Hamburg für die BioSAXS-Beamline P12 (PETRA III, DESY) optimiert. Hahn-Schickard stellte 200 SAXSDisks für erste Nutzerversuche an der BioSAXS-Beamline zur Verfügung.

Kontaktperson

Dr. Frank Schwemmer
Telefon: +49 761 203-73263
Frank.Schwemmer@Hahn-Schickard.de



Der single-cell printer von cytena druckt lebende Zellen

Die cytena GmbH wurde 2014 ausgegründet und hat mit Unterstützung von Hahn-Schickard bereits einiges erreicht: Das Start-up stellt mit seinem single-cell printer (scp) ein Laborgerät zur Handhabung und Sortierung einzelner vitaler Zellen her und vermarktet es weltweit. Das patentierte Verfahren findet insbesondere in der Medikamentenherstellung Anwendung.

In der Forschung und Diagnostik spielen monoklonale Zellkulturen eine wichtige Rolle. In der Praxis ist es aber schwierig dafür zu sorgen und vor allem nachzuweisen, dass vermeintlich identische Zellen wirklich klonal, d.h. aus einer einzelnen Zelle entstanden sind. Die bewiesene Monoklonalität ist jedoch insbesondere essenziell dafür, dass die Vorgaben der Regulierungsbehörden bei der Herstellung von Biopharmazeutika eingehalten werden. Einzelzellen werden oft nur manuell und damit lediglich in geringen Mengen gewonnen, verbunden mit einem hohen Personalaufwand. Bisherigen automatisierten Verfahrensweisen gelingt es nicht, einen zweifelsfreien Nachweis der Einzelzellablage zu liefern, dabei eine Querkontamination mit anderen Zellproben auszuschließen und gleichzeitig die Zelle schonend zu behandeln.

Der scp der cytena GmbH ermöglicht eine querkontaminationsfreie Trennung einzelner Zellen. Der Nachweis, dass eine einzelne Zelle abgelegt wurde, wird durch eine Bildsequenz vor, während und nach dem Druckprozess erbracht. Das Verfahren ist zudem so zellschonend wie manuelles Pipettieren. Der innovative und patentierte Kern des scp liegt in der Kombination der optischen Sensorik und der Drop-on-Demand-Drucktechnik nach dem Ink-jet-Prinzip. Die Funktionsweise ähnelt der eines klassischen Tintenstrahl-Druckers, mit dem anstatt Tinte Tropfen mit Zellsuspension ausgedruckt werden. Der Druckkopf des scp beinhaltet die Druckkartusche mit Zellreservoir zur

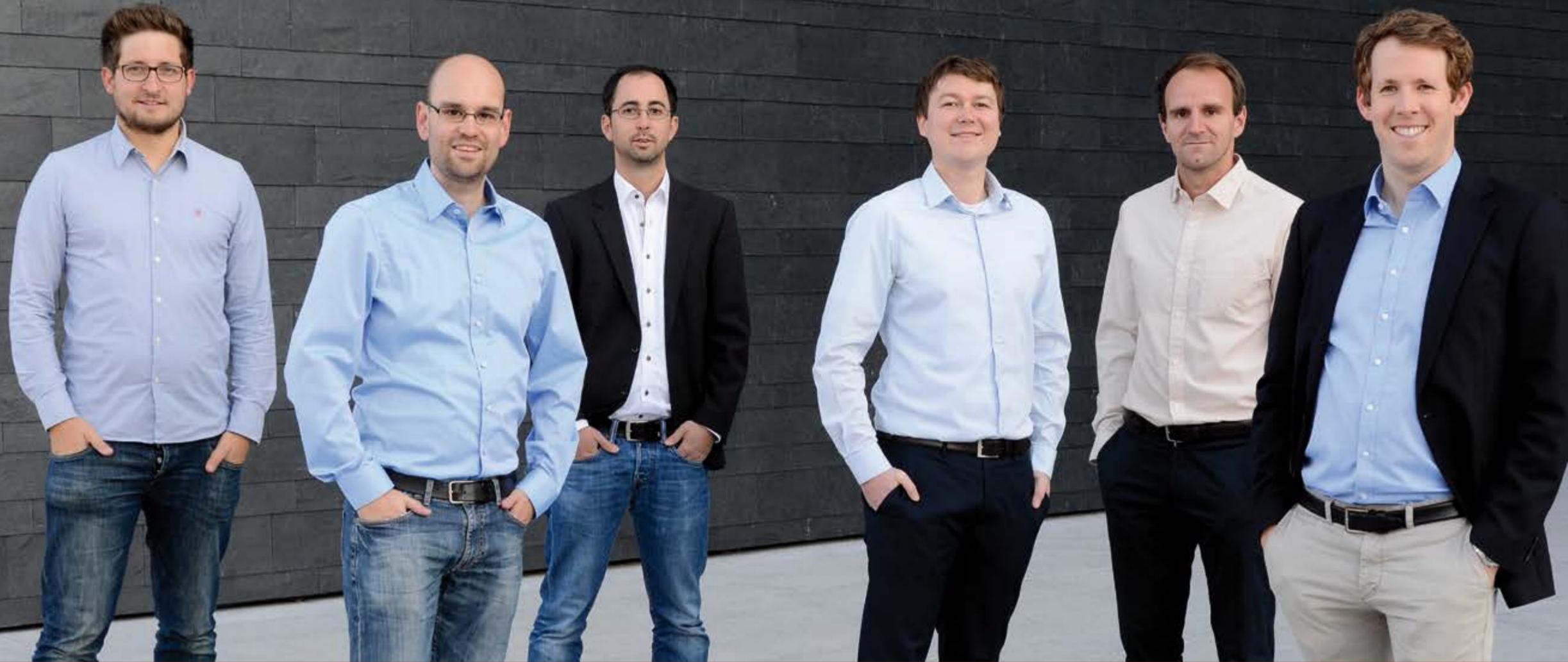


Tropfenerzeugung sowie eine Kamera mit Mikroskop-Optik. Die zu verarbeitenden Zellen werden in das Reservoir der Druckkartusche pipettiert, deren Kernkomponenten aus Chips bestehen, die Hahn-Schickard produziert. Die Kamera nimmt ein Bild der Düse auf und prozessiert es mit Hilfe von Bildverarbeitungsalgorithmen. Ein Absaugsystem garantiert, dass nur Tropfen mit einer einzigen Zelle ausgedruckt werden, während Tropfen mit keiner oder mehr als einer Zelle aussortiert werden.

Die Vorteile des Einzelzelldruckers haben seit der Gründung im Jahr 2014 bereits sechs der zehn größten Unternehmen der Pharmaindustrie davon überzeugt, Kunde von cytena zu werden. Das Ziel ist, Diagnosen und Therapien für eine Vielzahl an Patienten zu verbessern.

Kontaktperson

Jonas Schöndube
Telefon: +49 761 203-98733
info@cytena.com



v.l.n.r.: Dominique Kosse, Dr. Daniel Mark, Dr. Oliver Strohmeier, Dr. Frank Schwemmer, Dr. Gregor Czilwik, Dr. Mark Keller

SpinDiag: Hilfe im Kampf gegen antibiotika-resistente Bakterien

Patienten, die sich im Krankenhaus mit Keimen anstecken, sind ein großes Problem für das Gesundheitssystem: allein in Deutschland sind das ca. 500.000 Patienten jedes Jahr, was zu über 10.000 Toten jährlich führt. Verschlimmert wird das Problem dadurch, dass Bakterien mehr und mehr Resistenzen gegen Antibiotika entwickeln. Diese Resistenzen sind das Ergebnis des starken Einsatzes von Antibiotika in Medizin und Landwirtschaft. Damit wird die wirkungsvollste Waffe in der Behandlung von bakteriellen Infektionen zunehmend wirkungslos. In den letzten Jahren wurden auch kaum noch neue Antibiotika entwickelt.

Durch gezielte Hygienemaßnahmen wie die rechtzeitige Separation von mit gefährlichen, antibiotika-resistenten Bakterien besiedelten Patienten von anderen kann die Ausbreitung von gefährlichen Keimen im Krankenhaus effektiv gestoppt werden. Diese Möglichkeit erfordert aber das

schnelle Erfassen von Bakterien und deren Resistenzen bei der Aufnahme von Patienten. Der momentane Gold-Standard benötigt 24 bis 74 Stunden, um ein Ergebnis zu liefern, da die Bakterien im Labor erst in einer Kultur angezchtet werden müssen. In dieser Zeit müssten Risikopatienten, bei denen ein Verdacht auf Besiedelung mit antibiotika-resistenten Bakterien besteht, isoliert werden – bei Zusatzkosten von bis zu 300 Euro pro Tag.

Die SpinDiag GmbH, die neueste Ausgründung von Hahn-Schickard, hilft dabei, die Ausbreitung von antibiotika-resistenten Bakterien einzudämmen: Durch einen schnellen, breit angelegten und günstigen Vor-Ort-Test können Krankenhäuser schon bei der Aufnahme von Patienten feststellen, ob diese antibiotika-resistente Bakterien tragen und so durch spezielle Hygienemaßnahmen eine Ausbreitung und weitere Ansteckungen im Krankenhaus

effizient verhindern. Der Schnelltest von SpinDiag wird die 25 verbreitetsten Resistenzen in 30 Minuten erfassen. Damit wird es erstmals möglich, für Patienten bereits bei der Aufnahme eine informierte Isolationsentscheidung zu treffen. Das bedeutet eine erhöhte Sicherheit für das Krankenhaus bei einer gleichzeitigen Kostenersparnis, da Isolationen „auf Verdacht“ und unnötige Ansteckungen vermieden werden können.

Kontaktperson

Dr. Daniel Mark
Telefon: +49 761 203-73246
Daniel.Mark@SpinDiag.de





Interaktives Sicherheits- und Assistenzsystem im häuslichen Umfeld

Wie kann man Personen, die an Demenz erkrankt sind, ermöglichen, ein weitgehend selbstbestimmtes Leben zu führen? Und wie kann man Angehörige oder professionelle Pflegedienste bei der ambulanten Betreuung dieser Menschen entlasten? Innovative Unterstützungssysteme erlauben es, das häusliche Umfeld zu erfassen und ungewöhnliches Verhalten von Personen zu erkennen.

In dem vom BMBF geförderten Projekt „Interaktives Sicherheits- und Assistenzsystem zur Steigerung der Sicherheit und Teilhabe von dementiell erkrankten Personen“ wurden hierzu kognitiv-technische Systeme wie beispielsweise 3D-Erfassungstechnologien zur Posen-, Gestikulations- und Mimik-Erkennung entwickelt. Ziel war es, die kognitive Verfassung der Personen besser wahrnehmen und interpretieren zu können, um auf diese Weise die individuelle Interaktion mit ihnen zu verbessern. Begleitet wurde die Entwicklung von einer umfangreichen sozioökonomischen Evaluationsstudie, die neben datenschutzrechtlichen Aspekten auch Fragen der Nutzerakzeptanz und die Bezahlbarkeit des Systems berücksichtigt. Der im Projekt verfolgte Systemansatz ermöglicht die Entlastung von Pflegekräften (ambulante Pflege) und Angehörigen (informelle Pflege).

Zugleich wird die Pflegequalität und Sicherheit pflegebedürftiger Menschen im eigenen Zuhause erhöht.

Im Rahmen mehrerer Studien der Projektpartner wurde deutlich, dass Stürze im eigenen Heim eine der größten Gefährdungsquellen für ältere Menschen darstellen. Stürze können sehr gut mit einem Tiefensensor detektiert werden, der die Entfernung zu verschiedenen wahrgenommenen Punkten ermitteln kann. Hahn-Schickard hat entsprechend ein Sensorsystem mit integrierter Verarbeitung entwickelt, das die Entfernungsdaten von Objekten in hoher Qualität erfasst, direkt im System auswertet und das Ergebnis an eine Systemzentrale in der Wohnung schickt. Der Erkennungsbereich des entwickelten Sensorsystems beträgt mindestens fünf Meter und bietet einen Öffnungswinkel von 90 Grad, womit meist ein kompletter Raum sinnvoll abgedeckt werden kann. Vorteile dieses Ansatzes sind, dass keine größeren Umbauten in der Wohnung notwendig sind und die Person kein elektronisches System am Körper, ein sogenanntes Wearable, tragen muss.

Für die Verarbeitung der Daten wurden verschiedene Verfahren basierend auf der digitalen Signal- und Bildverarbeitung entwickelt. Dazu gehören die automatische Erkennung einer Person, das Verfolgen ihrer Bewegungen und die Klassifizierung von Bewegungen und Aktivitäten. Beispielsweise kann erkannt werden, ob eine Person geht, sitzt, im Bett liegt oder gestürzt ist. Bei einem Sturz kann eine entsprechende Meldung an einen hinterlegten Kontakt gesendet werden.

Mit Testdaten, die im Future Care Lab der Hochschule Furtwangen aufgezeichnet wurden – Studierende simulierten Aktivitäten und Stürze – wurden die Algorithmen optimiert, evaluiert und schließlich einem Feldtest unterzogen. Die ausgewerteten Ergebnisse zeigten eindrucksvoll, dass mit dem entwickelten System eine zuverlässige Sturzerkennung möglich ist.

Dem Projektkonsortium gehörten neben Hahn-Schickard die KUNDO xT GmbH, St. Georgen, die Wissenschaft und Forschung WuF GmbH, Fürth, das User Interface Design GmbH, Ludwigsburg an.

Kontaktperson

Manuel Schwaab
Telefon: +49 7721 943-149
Manuel.Schwaab@Hahn-Schickard.de

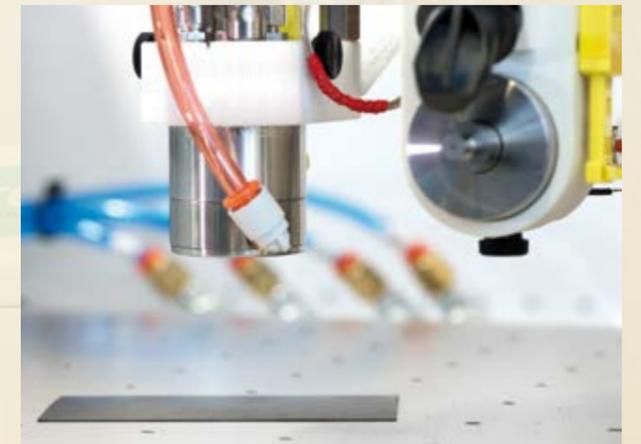


Neue Fertigungsansätze zur Herstellung von Membran-Elektroden-Einheiten elektrochemischer Energiewandler

Der Energieträger Wasserstoff gilt als Schlüssel zur Energiewende und einer emissionsfreien Mobilität. Hahn-Schickard arbeitet an der notwendigen Kostenreduktion durch innovative Fertigungsverfahren für Elektrolyse- und Brennstoffzellen. Bei der Elektrolyse wird Wasser mit Hilfe von Strom zu Wasserstoff umgewandelt, der in Brennstoffzellen wiederum zur Stromerzeugung genutzt werden kann. Herzstück derartiger Zellen ist der Verbund aus Polymer-elektrolytmembran und den porösen Elektroden, der Membran-Elektroden-Einheit. Ziel von Hahn-Schickard ist es, durch neue Fertigungsansätze (z. B. Direktdruck) leistungsfähigere und kostengünstigere Membran-Elektroden-Einheiten vom Labormaßstab in die industrielle Anwendung zu bringen.

Sowohl in Elektrolyse- als auch in Brennstoffzellen ist die Membran nur für Protonen durchlässig und sorgt so für kontrollierte Reaktionen in den beidseitig aufgetragenen Elektroden. Die Qualität dieser Membran-Elektroden-Einheit entscheidet maßgeblich über die Leistung und das Alterungsverhalten in der späteren Anwendung. Klassischerweise werden die Elektroden und die Membran getrennt betrachtet und hergestellt – dabei hat die Grenzschicht einen beachtlichen Einfluss auf das Leistungsverhalten.

Hahn-Schickard geht in enger Kooperation mit der Universität Freiburg auf Basis additiver Fertigungstechnik neue Wege in der Herstellung: Statt die Membran in Folienprozessierung und die Elektroden im Sprüh-Abzieh-Verfahren herzustellen, wird die gesamte Membran-Elektroden-Einheit in einem sequenziellen Sprühprozess realisiert. Neben der Vereinfachung des Prozesses bildet die aufgesprühte Membran eine dreidimensionale, sehr viel größere Grenzfläche mit



den Elektroden statt der herkömmlichen 2D-Grenzfläche der Membranfolie. Die vergrößerte Grenzschicht und der verbesserte ionische Kontakt sorgen für eine höhere Maximalleistung und besseres Wassermanagement bei großen Strömen.

Durch die additive Fertigung ergeben sich völlig neue Designs der Membran-Elektroden-Einheit. Beispielsweise können durch die geschickte Kombination verschiedener Fertigungstechniken wie Elektrosponnen und Inkjet-Druck maßgeschneiderte Kompositmembranen hergestellt werden. Diese Komposite weisen durch die Integration von Nanopartikeln oder elektrosponnenen Nanofasern auch eine höhere chemische oder mechanische Stabilität auf.

Kontaktperson

Severin Vierrath
Telefon: +49 761 203-54060
Severin.Vierrath@Hahn-Schickard.de

Miniaturisierter optischer Drehwinkelsensor

Winkelmessung auf engstem Raum war bisher eine kaum lösbare Aufgabe. Insbesondere, wenn ein optisches Verfahren angewendet werden soll und eine hohe Auflösung benötigt wird, gibt es bisher keine zufriedenstellende Lösung. Nun liefert Hahn-Schickard einen neuen Ansatz für maßgenaue Positionierungsaufgaben in Produktionsabläufen.

Die Grundidee des neuen Verfahrens ist es, nicht mehr auf einer Winkelscheibe eine Maßspur mit der entsprechenden Winkelinformation zu hinterlegen, sondern die Winkelinformation direkt auf einem Opto-ASIC zu integrieren. Dadurch ist es möglich, Winkelscheiben mit sehr kleinen Durchmessern (circa 1 mm) zu realisieren. Aber auch große Durchmesser oder gar Winkelscheiben für Hohlwellen sind möglich. Auf der Winkelscheibe befindet sich lediglich ein einheitlich strukturiertes Beugungsgitter, das optisch abgetastet wird. Bei einer Drehung der Welle bzw. der Winkelscheibe dreht sich ein Lichtspot auf dem Opto-ASIC ähnlich einem optischen Zeiger. Durch diesen Ansatz ist der Drehwinkelsensor auch frei von Messfehlern, die bei herkömmlichen Drehwinkelsensoren aufgrund von nicht vermeidbaren Exzentrizitäten zwischen Winkelscheibe und Drehwelle entstehen und nur mit großem Justage-Aufwand minimiert werden können.

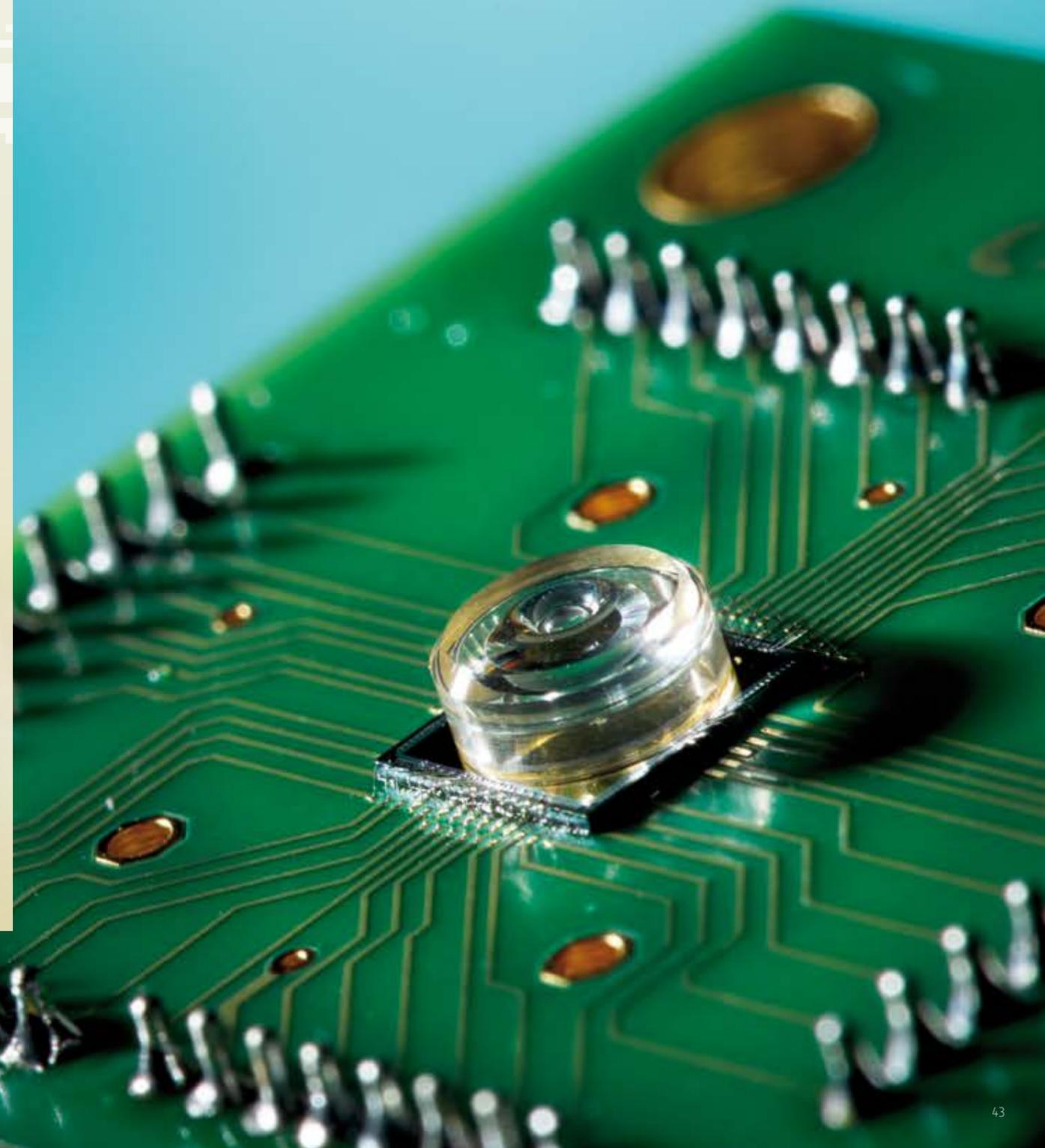
In Zusammenarbeit mit IMS CHIPS hat Hahn-Schickard im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie hierzu einen Demonstrator entwickelt und aufgebaut. Auf Anhieb konnte mit dem Demonstrator eine Auflösung von 10 Bit erreicht werden bei einem Durchmesser < 10 mm. Das optische Konzept erlaubt es, die Winkelinformation sowohl absolut als auch

inkrementell zu erfassen. Auch Kombinationen daraus sind möglich. Werden höhere Auflösungen gefordert, lassen sich diese mittels Interpolationsverfahren erreichen. Bestimmte Schnittstellen lassen sich mithilfe des Opto-ASIC realisieren. Aufgrund des einfachen Aufbaus ist nach einer industriellen Umsetzung des Konzepts nur mit geringen Herstellkosten zu rechnen. Das optische Gesamtsystem setzt sich zusammen aus einer Lichtquelle, einer Linse, der Winkelscheibe und dem Opto-ASIC, der die Detektion der Winkelposition und die Signalverarbeitung übernimmt. Die Winkelscheibe kann ebenso wie die Linse kostengünstig aus Kunststoff mittels Spritzgießen hergestellt werden. Die Lichtquelle, die Linse und der Opto-ASIC sind in einem kompakten Optikmodul vereint, so dass bei der Montage des Gesamtsystems keine aufwendigen Montageprozesse benötigt werden. Die geringen Abmessungen des Optikmoduls von weniger als $7 \times 7 \times 3 \text{ mm}^3$ sind ideal für Anwendungen, bei denen nur geringer Bauraum vorhanden ist. Die mechanische Anbindung des Systems an eine spezifische Anwendung kann natürlich individuell gestaltet werden.

IGF Fördernummer: 17898 N

Kontaktperson

Dr. Jonathan Seybold
Telefon: +49 711 685-84771
Jonathan.Seybold@Hahn-Schickard.de



Komplexe Diagnostik von der Auslegung bis zum fertigen Produkt: Spritzprägen schließt die Prozesskette

Lab-on-a-Chip-Lösungen ermöglichen eine schnelle patientennahe Diagnostik für komplexe Krankheitsbilder, da nur kleinste Probenmengen erforderlich sind und alle Prozesse automatisiert auf einem kostengünstigen Testträger ablaufen. Sie beinhalten in der Regel eine Vielzahl fluidischer und optischer Funktionen, die die Auslegung und Fertigung maßgeblich bestimmen. Hahn-Schickard kann nun eine geschlossene Prozesskette von der kundenspezifischen Auslegung komplexer Diagnostiklösungen bis zum fertigen Produkt bereitstellen und bietet damit neue Möglichkeiten für die schnelle und kostengünstige Realisierung kundenspezifischer Implementierungen.

Um einen großen Endnutzermarkt mit Kliniken und Diagnostik-Laboren bedienen zu können, muss die Herstellungstechnik zuverlässig sein und große Stückzahlen liefern – zwei Stärken des Kunststoffspritzgießens. Die Anforderungen für das Spritzgießen von großflächigen LabDisks sind jedoch hoch: Das Material muss biokompatibel sein, es müssen sowohl Strukturen im Mikrometerbereich als auch im Größenbereich von einigen Zentimetern präzise abgebildet werden. Darüber hinaus müssen die Reaktionskammern für schnelle Nukleinsäure-Nachweis-Reaktionen sehr dünnwandig ausgeführt werden, damit die darin enthaltenen Flüssigkeiten/Reagenzien zügig aufgeheizt bzw. abgekühlt werden können.

Hahn-Schickard hat eine Methode erarbeitet, um maßgeschneiderte LabDisk-Implementierungen kostengünstig und hochvariabel in moderaten bis großen Stückzahlen mittels Spritzgießen bzw. Spritzprägen herstellen zu können. Ausgehend vom jeweiligen Anwendungsfall wird ein individuelles LabDisk-Design entsprechend den Designregeln für die Mikrofluidik sowie für den Spritzguss ausgelegt. Daraufhin folgt eine netzwerksimulations- und CFD-simulationsbasierte

(CFD: Computational Fluid Dynamics) Optimierung der Dimensionen und Positionen der fluidischen Kammern und Kanäle. Nach einer experimentellen Funktionsprüfung anhand eines Funktionsmusters (Prototyping) erfolgt die finale Überführung in das spritzgussgerechte Design mittels Spritzgussimulationen.

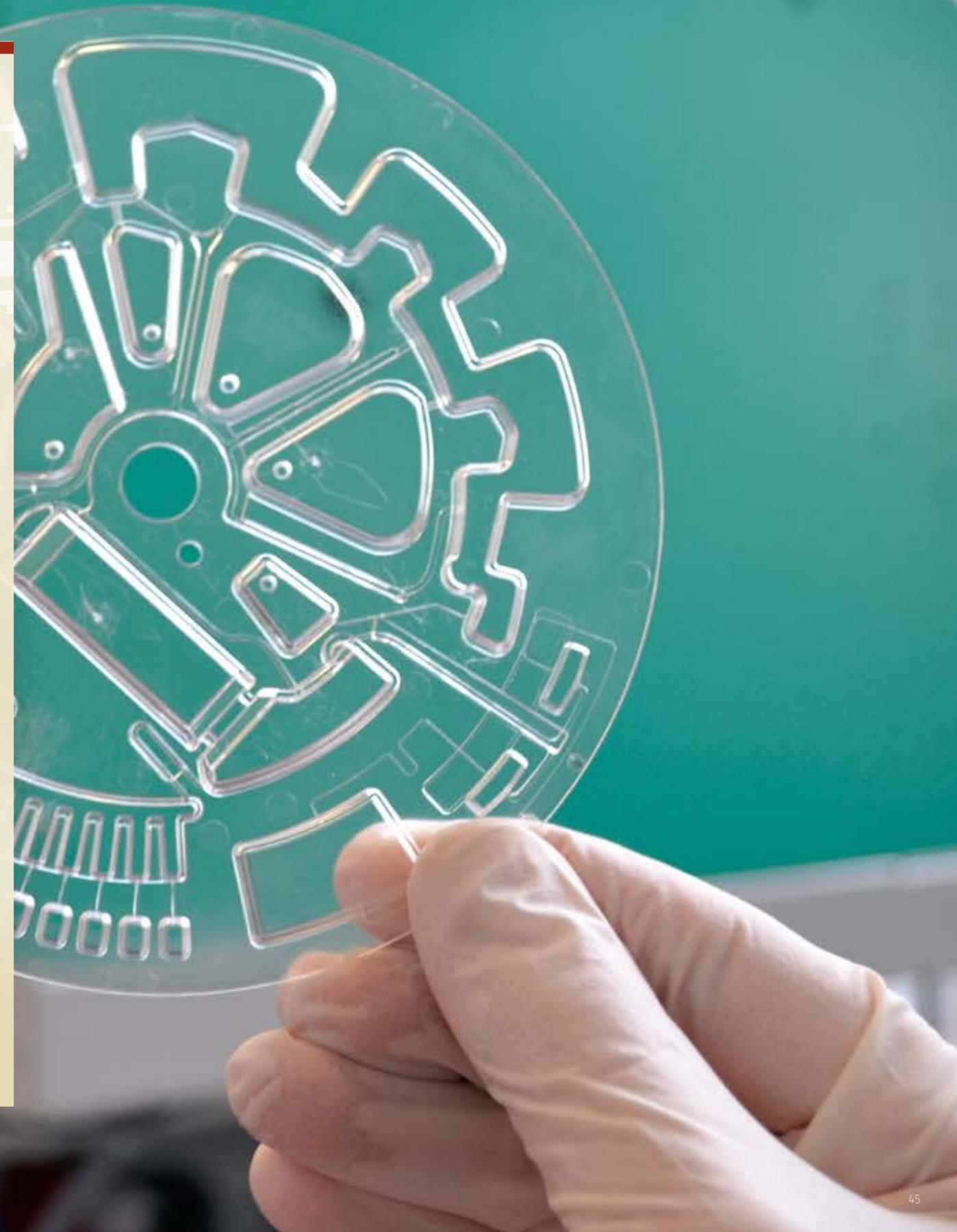
Die Herausforderung im Werkzeugbau von modularen Spritzgieß- bzw. Spritzprägewerkzeugen für großflächige Fluidik-Systeme besteht in den unterschiedlichen Größenordnungen der Anforderungen der Funktionselemente. Der Werkzeugbau wurde in Zusammenarbeit mit der Otto Klumpp GmbH entwickelt. Das etablierte modulare Werkzeugkonzept ermöglicht eine flexible und kostengünstige Abmusterung. Es beinhaltet ein Stammwerkzeug, hochpräzise und multiskalare Werkzeugeinsätze sowie ein Mehrfachangussystem, das flexibel platzierbar und einzeln ansteuerbar ist.

Die Beherrschung der gesamten Prozesskette aus Forschung und Entwicklung bis hin zur Serienfertigung sowie das Einsetzen von modularen Spritzprägewerkzeugen ermöglicht eine problemlose Bemusterung von LabDisks. Dies wurde von den Projektpartnern anhand einer LabDisk-Implementierung zur Früherkennung von neonataler Sepsis gezeigt.

Kontaktpersonen

Dominique Kosse
Telefon: +49 761 203-73226
Dominique.Kosse@Hahn-Schickard.de

Dr. Tobias Grözinger
Telefon: +49 711 685 83179
Tobias.Groezinger@Hahn-Schickard.de



Mitwirkung in Gremien

C. Blattert

- > Mitglied der Fachgruppe „Oberflächen“ von microTEC Südwest e.V.

A. Bülau

- > Mitglied Fachgruppe „Smart Systems“ MicroTEC Südwest
- > Mitglied im FVA Arbeitskreis „Sensorik für Antriebstechnik“

W. Eberhardt

- > VDE/VDI-Fachgesellschaft Mikroelektronik, Mikrosystem- und Feinwerktechnik (GMM), Mitglied im Fachausschuss der GMM FA 5.5 Aufbau- und Verbindungstechnik
- > VDE/VDI-Fachgesellschaft Mikroelektronik, Mikrosystem- und Feinwerktechnik (GMM), Mitglied im Fachausschuss der GMM FA 5.6 Mechatronisch Integrierte Baugruppen

B. Folkmer

- > Mitglied im ANSYS User Club (AUC)
- > 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

T. Grözing

- > VDE/VDI-Fachgesellschaft Mikroelektronik, Mikrosystem-technik und Feinwerktechnik (GMM), Mitglied im Fachausschuss 5.6 „3D-MID“

R. Günzler

- > „Smart Systems Integration“ Conference, Scientific Committee Member
- > „Micro-Nano-Bio-ICT Convergence“ Workshop, Scientific Committee Member
- > „European Technology Platform on Smart Systems Integration (EPoSS)“, Executive Committee Member, Co-Chair Working Group Healthy Living
- > „Smart Anything Everywhere“ Initiative, Member
- > Interreg Nordwesteuropa, Beratendes Mitglied im Deutschen Ausschuss

S. Herrlich

- > TechnologyMountains e.V., Steuerkreis
- > BMT 2016 – „Dreiländertagung“ Swiss, Austrian and German Societies of Biomedical Engineering, Scientific Committee Member

S. Knappmann

- > Mitglied im Industrieausschuss „Funktionswerkstoffe in Industrieanwendungen“ des FGW e.V. in Remscheid

Y. Manoli

- > „Institute of Electrical and Electronics Engineers“ (IEEE), Senior Member
- > „Circuits and Systems Society“ (IEEE), Mitglied
- > „Solid-State Circuits Society“ (IEEE), Mitglied
- > „Electron Device Society“ (IEEE), Mitglied
- > „Journal of Low Power Electronics“, Mitglied im Editorial Board
- > IEEE „Journal on Emerging and Selected Topics in Circuits and Systems“, Gründungsmitglied Senior Editorial Board
- > „Verband der Elektrotechnik Elektronik Informations-technik“ (VDE), Mitglied
- > „GI/GMM/ITG FG2 (Entwurf von analogen Schaltungen)“, Mitglied im Fachausschuss
- > „Deutsche Forschungsgemeinschaft“ (DFG), Gutachter
- > „IEEE International Solid-State Circuits Conference“ (ISSCC), Mitglied im Programmkomitee
- > „IEEE European Solid-State Circuits Conference“ (ESSCIRC), Mitglied im Programmkomitee

D. Mark

- > Mitglied bei bioLAGO – life science network

T. Meißner

- > Mitglied der Fachgruppe „Intelligente Implantate“ von microTEC Südwest e.V.

Y. S. Mutlu:

- > Fachgruppe „Mikrofluidik“ IVAM e.V.

C. Pecha

- > Mitglied im Geschäftsführerkreis der AiF-Forschungs-vereinigungen Süd
- > Wirtschaftsbeirat Sparkasse Schwarzwald-Baar

C. Rathfelder

- > Stellv. Vorstandsvorsitzender Smart Home & Living Baden-Württemberg e.V.
- > Sprecher der Arbeitsgruppe Modularität von SH&L BW e.V.,
- > Mitglied der Arbeitsgruppe „Smart Systems“ microTEC Südwest
- > Mitglied der Fachgruppe Software Architektur der Gesellschaft für Informatik e.V.
- > Mitglied der Working Group „Smart Manufacturing“ der „European Technology Platform on Smart System Integration (EPoSS)“

A. Schumacher

- > Mitglied im DVS – Deutscher Verband für Schweißen und verwandte Verfahren e.V.

A. Sikora

- > Wissenschaftlicher Leiter des Instituts für verlässliche Embedded Systems und Kommunikationselektronik
- > Sprecher der Arbeitsgruppe „Smart Systems“ microTEC Südwest
- > Wissenschaftlicher Beirat der M2M Alliance e.V.
- > Mitarbeit im Arbeitskreis VDE/DKE AK716.0.1 „Sicherheit in der Heimautomatisierung“
- > Mitarbeit in der Task Force Security der PNO e.V.
- > Mitarbeit in der Task Force Security des CAN in Automation e.V.
- > Mitglied im Steering Board der Embedded World Conference Nürnberg
- > Wissenschaftlicher Beirat des Wireless Congress
- > Gutachter im BMBF-Programm „Industrie4.0KMU“
- > Gutachter im DAAD Programm „Strategische Partnerschaften“

S. Spieth

- > Mitglied im Fachausschuss „Implantierbare Assistenzsysteme“ der DGBMT
- > Mitglied der Fachgruppe „Intelligente Implantate“ von microTEC Südwest e.V.

F. von Stetten

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

M. Trächtler

- > Mitglied im Forum „3D maritim“
- > Mitglied im Netzwerk „Mini-ROV“
- > Mitglied im Netzwerk „Take Care“

Mitwirkung in Gremien

R. Zengerle

- > Mitglied der Chemical and Biological Microsystems Society (CBMS)
- > Mitglied der Nationalen Akademie der Wissenschaften, Leopoldina
- > 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 Vorstand der TechnologyMountains e.V.
- > 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-Kongresses“
- > Mitglied im Vorstand der VDE/VDI-Gesellschaft Mikroelektronik, Mikrosystem- und Feinwerktechnik (GMM)
- > Mitglied im Lenkungskreis der Allianz Industrie 4.0 Baden-Württemberg
- > Mitglied im Arbeitskreis „Produktion 2030“ der IHK Schwarzwald-Baar-Heuberg
- > Mitglied im Science Advisory Board des Cancer Research Institute in Lille, Frankreich

A. Zimmermann

- > Mitglied im Forschungsbeirat der „Forschungsvereinigung Räumliche Elektronische Baugruppen 3-D MID e.V.“
- > Gutachter in der Gutachtergruppe der „Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen Otto von Guericke e.V.“ (AiF)
- > Mitglied im Scientific Committee des „World Congress on Micro and Nano Manufacturing“ (WCMNM)
- > Mitglied im Scientific Committee der „International Conference on Multi-Material Micro Manufacture and International Workshop on Microfactories“ (4M/IWMF)
- > Mitglied im Conference Committee von „FLEX Europe“
- > Mitglied im Steuerungskomitee des „MikroSystemTechnik-Kongresses“
- > Gutachter „Deutsche Forschungsgemeinschaft“ (DFG)
- > Mitglied „International Microelectronics and Advanced Packaging Society“ imaps
- > Mitglied „Deutsche Gesellschaft für Materialkunde DGM“
- > Mitglied im Netzwerk „Nanomat“

Publikationen

Journale und Bücher

S. K. Vashist, A. G. Venkatesh, F. von Stetten, R. Zengerle, J. H. T. Luong

Smartphone-based in vitro diagnostic technologies for personalized healthcare monitoring and management
Nanobiosensors for personalized and onsite biomedical diagnosis, Edited by Pranjali Chandra, The Institution of Engineering and Technology, UK, pp. 231–251.

U. Keßler, J. Pütz, W. Eberhardt, H. Kück, A. Zimmermann
3D Mikromontage – Anwendungsbeispiel mehrachsige Magnetfeldsensoren
PLUS 10/2016, S. 1981–1984.

J. Keck, B. Polzinger, V. Matic, W. Eberhardt, H. Kück, A. Zimmermann

Mit Inkjet und Aerosol Jet® gedruckte Sensoren auf 2D- und 3D-Substraten
tm – Technisches Messen 2016; 83(3): S. 139–146.

I. Schwarz, S. Zehnle, T. Hutzenlaub, R. Zengerle and N. Paust
System-level network simulation for robust centrifugal-microfluidic lab-on-a-chip systems
Lab on a Chip, 2016, pp. 1873–1885

K. Ylli, D. Hoffmann, A. Willmann, P. Becker, B. Folkmer, Y. Manoli

Energy Harvesting From Human Motion: Exploiting Swing and Shock Excitations
IEEE Journal of Solid-State Circuits (JSSC), Band: 51, Nummer: 12, ISSN: 0018-0200, 2016, pp. 2867–2879.

K. Ylli, D. Hoffmann, A. Willmann, B. Folkmer and Y. Manoli
Human motion energy harvesting: numerical analysis of electromagnetic swing-excited structures
2016 Smart Mater. Struct. 25 095014.

D. Hoffmann, A. Willmann, T. Hehn, B. Folkmer and Y. Manoli
A self-adaptive energy harvesting system
2016 Smart Mater. Struct. 25 035013.

S. Rombach, M. Marx, S. Nessler, D. De Dorigo, M. Maurer, Y. Manoli

An Interface ASIC for MEMS Vibratory Gyroscopes with a Power of 1.6 mW, 92 dB DR and 0.007°/s/√Hz Noise Floor over a 40 Hz Band
IEEE Journal of Solid-State Circuits (JSSC), volume: 51, number: 8, ISSN: 0018-0200, 2016, pp. 1915–1927.

J. Goeppert, Y. Manoli
Fully Integrated Startup at 70 mV of Boost Converters for Thermoelectric Energy Harvesting
IEEE Journal of Solid-State Circuits (JSSC), volume: 51, number: 7, ISSN: 0018-0200 2016, pp. 1716–1726.

P. Schopp, H. Graf, W. Burgard W, Y. Manoli
Self-Calibration of Accelerometer Arrays
IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, volume: 65, Nummer: 8, ISSN: 0018-0200, 2016, pp. 1913–1925.

F. Schuler, M. Trotter, M. Geltman, F. Schwemmer, S. Wadle, E. Domínguez-Garrido, M. López, C. Cervera-Acedo, P. Santibáñez, F. von Stetten, R. Zengerle, N. Paust
Digital Droplet PCR on Disk
Lab Chip 16, (2016), pp. 208–216.

S. Burger, M. Schulz, F. von Stetten, R. Zengerle, N. Paust
Rigorous buoyancy driven bubble mixing for centrifugal microfluidics
LabChip 16, (2016), pp. 261–268.

F. Stumpf, F. Schwemmer, T. Hutzenlaub, D. Baumann, O. Strohmeier, G. Dingemanns, G. Simons, C. Sager, L. Plobner, F. von Stetten, R. Zengerle, D. Mark
LabDisk with complete reagent prestorage for sample-to-answer nucleic acid based detection of respiratory pathogens verified with influenza A H3N2 virus
LabChip 16, (2016), pp. 199–207.

Publikationen

Journale und Bücher

S. Wadle, M. Lehnert, S. Rubenwolf, R. Zengerle, F. von Stetten
Real-time PCR probe optimization using design of experiments approach
Biomolecular Detection and Quantification 7, (2016), pp. 1–8.

F. Schuler, M. Trotter, R. Zengerle, F. von Stetten
Monochrome Multiplexing in Polymerase Chain Reaction by Photobleaching of Fluorogenic Hydrolysis Probes
Analytical Chemistry 88 (2016), pp. 2590–2595.

F. Schuler, C. Siber, S. Hin, S. Wadle, N. Paust, R. Zengerle, F. von Stetten
Digital droplet LAMP as microfluidic App on standard laboratory devices
Anal. Methods 8 (2016), pp. 2750–2755.

L. Gutzweiler, F. Stumpf, L. Tanguy, G. Roth, P. Koltay, R. Zengerle, L. Riegger
Semi-contact-writing of polymer molds for prototyping PDMS chips with low surface roughness, sharp edges and locally varying channel heights
J Micromech Microeng 26 (2016), pp. 45018–45027.

I. Schwarz, S. Zehnle, T. Hutzenlaub, R. Zengerle, N. Paust
System-level network simulation for robust centrifugal-microfluidic lab-on-a-chip systems
Lab Chip 16 (2016), pp. 1873–1885.

F. Schwemmer, C. E. Blanchet, A. Spilotros, D. Kosse, S. Zehnle, H. D. T. Mertens, M. A. Graewert, M. Rössle, N. Paust, D. I. Svergun, F. von Stetten, R. Zengerle, D. Mark
LabDisk for SAXS: a centrifugal microfluidic sample preparation platform for small-angle X-ray scattering
LabChip 16, (2016), pp. 1161–1170.

M. Karle, S.K. Vashist, R. Zengerle, F. von Stetten
Microfluidic solutions enabling continuous processing and monitoring of biological samples: A Review
Analytica Chimica Acta 929 (2016).

W.E. Kaman, G. Elshout, P.J.E. Bindels, K. Mitsakakis, J.P. Hays
Current problems associated with the microbiological point-of-care testing of respiratory tract infections in primary care
Future Microbiology 11, (2016), pp. 607–610.

J. Vontas, K. Mitsakakis, R. Zengerle, D. Yewhalaw, C. Haadezu Sikaala, J. Etang, M. Fallani, B. Carman, P. Müller, M. Chouaibou, M. Coleman
Automated innovative diagnostic, data management and communication tool, for improving malaria vector control in endemic settings
Studies in health technology and informatics 224 (2016), pp. 54–60.

K. Mitsakakis, F. Stumpf, O. Strohmeier, V. Klein, D. Mark, F. von Stetten, J. R. Peham, C. Herz, P. N. Tawakoli, F. Wegehaupt, T. Attin, N. Bostanci, K. Bao, G. N. Belibasakis, J. P. Hays, G. Elshout, R. C. Huisman, S. Klein, A. P. Stubbs, L. Doms, A. Wolf, V. Rusu, S. Goethel, T. Binsl, A. Michie, J. Jancovicova, V. Kolar, M. Kostka, J. Smutny, M. Karpisek, C. Estephan, C. Cocaud, R. Zengerle
Chair/bedside diagnosis of oral and respiratory tract infections, and identification of antibiotic resistances for personalised monitoring and treatment
Studies in health technology and informatics 224 (2016), pp. 61–66.

M. Klingele, B. Britton, M. Breitwieser, S. Vierrath, R. Zengerle, S. Holdcroft, S. Thiele
A Completely Spray-Coated Membrane Electrode Assembly
Electrochemistry Communications 70 (2016), pp. 65–68.

S. Vierrath, M. Breitwieser, M. Klingele, B. Britton, S. Holdcroft, R. Zengerle, S. Thiele
The reasons for the high power density of fuel cells fabricated with directly deposited membranes
J. of Power Sources 326 (2016), pp. 170–175.

R. Moroni, M. Börner, L. Zielke, M. Schroeder, S. Nowak, M. Winter, I. Manke, R. Zengerle, S. Thiele
Multi-Scale Correlative Tomography of a Li-Ion Battery Composite Cathode
Scient. Reports (2016) 6:30109.

S. Wadle, M. Lehnert, F. Schuler, R. Köppel, A. Serr, R. Zengerle, F. von Stetten
Simplified development of multiplex real-time PCR through master mix augmented by universal fluorogenic reporters
BioTechniques 61 (2016), pp. 123–128.

J. Riba, T. Gleichmann, S. Zimmermann, R. Zengerle, P. Koltay
Label-free isolation and deposition of single bacterial cells from heterogeneous samples for clonal culturing
Scientific Reports 6 (2016), 32837.

J. Riba, N. Renz, C. Niemöller, S. Bleul, D. Pfeifer, J. M. Stosch, K. H. Metzeler, B. Hackanson, M. Lübbert, J. Duyster, P. Koltay, R. Zengerle, R. Claus, S. Zimmermann, H. Becker
Molecular Genetic Characterization of Individual Cancer Cells Isolated via Single-Cell Printing
PLOS ONE 6 (2016), 32837.

F.T. Mamo, A. Yushev, A. Walz, M. Schappacher, A. Sikora, C. Scherzinger, L. Ketterer
Wege zu zukunftssicheren Kommunikationsprotokollen für das Smart Home – auf allen Ebenen
VDE Kongress 2016, 7.–8.11.2016, Mannheim, Paper S3–R7, S. 1–4, ISBN 978-3-8007-4308-7.

P. Nguyen, J.M. Jose, M. Schappacher, A. Sikora
Wake-On-Radio in Real Wireless Applications
Proceedings Wireless Congress 2016, München, ISBN 978-3-645-50161-3, pp. 930–935.

A. Yushev, A. Sikora, M. Schappacher
Verification and Validation of 6Lo Protocol Stacks
Proceedings Wireless Congress 2016, München, ISBN 978-3-645-50161-3, pp. 903–907.

A. Sikora, D. Jäckle, D. Rahusen, P. Weber
Flexible and Open Source Usage of LoRaWAN
Proceedings Wireless Congress 2016, München, ISBN 978-3-645-50161-3, pp. 547–571.

R. Sharma, A.S. Sairam, A. Yadav, A. Sikora
Tunable Synchronization in Duty-cycled Wireless Sensor Networks
10th IEEE International Conference on Advanced Networks and Telecommunications Systems, 6–9 November 2016 – Bangalore, India, pp. 856–860.

O. Kehret, M. Schappacher, A. Sikora
A Network Emulation Testbed for Complex Topologies of Wired M-Bus According to EN13757
Journal of Communications, Vol. 11, No. 9, Sep. 2016, pp. 819–826.

J.M. Jose, A. Sikora, M. Schappacher, N.M. Phuong
Integration and Analysis of an Extended IEEE 802.15.4 Modules with SmartMAC and Wake-on-Radio Functions into the Network Simulator NS3
3rd IEEE IDAACS Symposium on Wireless Systems within the IEEE International Conferences on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IEEE IDAACS-SWS 2016), 26–27 Sep 2016, Offenburg, pp. 19–23.

J. Sebastian E, A. Yushev, A. Sikora, M. Schappacher, J.A. Prasetyo
Performance Investigation Of 6Lo With RPL Mesh Networking For Home And Building Automation
3rd IEEE IDAACS Symposium on Wireless Systems within the IEEE International Conferences on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IEEE IDAACS-SWS 2016), 26-27 Sep 2016, Offenburg, pp. 127–133.

Publikationen

Journale und Bücher

J. A. Prasetyo, A. Yushev, A. Sikora

Investigations On The Performance Of Bluetooth Enabled Mesh Networking

3rd IEEE IDAACS Symposium on Wireless Systems within the IEEE International Conferences on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IEEE IDAACS-SWS 2016), 26–27 Sep 2016, Offenburg, pp. 56–61.

A. Moschevikin, E. Tsvetkov, A. Alekseev, A. Sikora

Investigations on Passive Channel Impulse Response of Ultra Wide Band Signals For Monitoring and Safety Applications

3rd IEEE IDAACS Symposium on Wireless Systems within the IEEE International Conferences on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IEEE IDAACS-SWS 2016), 26–27 Sep 2016, Offenburg, pp. 97–104.

P. Weber, D. Jäckle, D. Rahusen, A. Sikora

IPv6 over LoRaWAN

3rd IEEE IDAACS Symposium on Wireless Systems within the IEEE International Conferences on Intelligent Data Acquisition and Advanced Computing Systems: Technology and Applications (IEEE IDAACS-SWS 2016), 26–27 Sep 2016, Offenburg, pp. 75–79.

S. Toumassian, R. Werner, A. Sikora

Performance Measurements for Hypervisors on Embedded ARM Processors

2016 Intl. Conference on Advances in Computing, Communications and Informatics (ICACCI), Sept. 21–24, 2016, Jaipur, India, pp. 851–855.

A. Sikora, E. Jubin Sebastian, A. Yushev, E. Schmitt, M. Schappacher

Automated Physical Testbeds for Emulation of Wireless Networks

ICMIE 2016, 75, 06006 (2016), pp. 1–5.

A. Yushev, M. Schappacher, A. Sikora

Titan TTCN-3 Based Test Framework for Resource Constrained Systems

MATEC Web of Conferences, ICMIE 2016, 65, 06005 (2016), pp. 1–5.

P. Nguyen, M. Schappacher, A. Sikora, V.F. Groza

Extensions of the IEEE802.15.4 Protocol for Ultra-Low Energy Real-Time Communication

Proc. I²MTC, 2016 IEEE International Instrumentation and Measurement Technology Conference, 23.–26. May 2016, Taipei (Taiwan).

A. Yushev, A. Sikora and J. Sebastian E

Open source 6Lo protocol stack for wireless embedded systems

2016 Wireless Telecommunications Symposium (WTS), London, UK, 2016, pp. 1–7.

A. Walz, A. Sikora

Comparison of Cryptographic Implementations for Embedded TLS

Tagungsband der Embedded World Conference, 23.–25. Feb. 2016, Nürnberg, pp. 812–817, ISBN978-3-645-50159-0.

F.T. Mamo, A. Sikora

An Overview on Alliances and Ecosystems for Home and Building Automation

Tagungsband der Embedded World Conference, 23.–25. Feb. 2016, Nürnberg, pp. 83–91, ISBN978-3-645-50159-0.

A. Riske, M. Schappacher, A. Sikora

Entwicklung eines DGPS-gestützten Fahrdynamikmesssystems unter Verwendung des FPGAs Zynq-7000 mit einem Dual-Core Bare-Metal asymmetrischen Multi-prozessorsystem

MPC-Workshop 5. Feb. 2016, Karlsruhe.

Publikationen

Kongresse, Tagungen und Workshops

Industrie 4.0 Südbaden (bwcon, Allianz Industrie 4.0, microTEC Südwest)

14. Januar 2016, Freiburg

- > A. Sikora
Industrie 4.0 – Status und Ausblick

IEEE International Solid-State Circuits Conference (ISSCC)

31. Januar – 04. Februar 2016, San Francisco, CA, USA

- > N. Butz, A. Taschwer, Y. Manoli, M. Kuhl
A 22V Compliant 56 μ W Active Charge Balancer Enabling 100 % Charge Compensation even in Monophasic and 36 % Amplitude Correction in Biphasic Neural Stimulators
- > D. Sanchez, J. Leicht, E. Jodka, E. Fazel, Y. Manoli
A 4 μ W to 1mW Parallel-SSHI Rectifier for Piezoelectric Energy Harvesting for Periodic and Shock Excitations with Inductor Sharing, Cold Startup and up to 681 % Power Extraction Improvement

MOEMS and Miniaturized Systems XV

13. Februar 2016, San Francisco, CA, USA

- > S. Rombach, M. Marx, S. Gu-Stoppel, Y. Manoli
Low-power and Highly Precise Closed-loop Driving Circuit for Piezoelectric Micromirrors with Embedded Capacitive Position Sensors

iINNOVATION FORUM Smarte Technologien & Systeme

17. Februar 2016, Donaueschingen

- > A. Sikora
Sichere und durchgängige Kommunikationslösungen für Industrie 4.0

8th Workshop of Chemical and Biological Micro

Laboratory Technology,
23.–25. Februar 2016, Ilmenau

- > F. Schuler, M. Trotter, F. Schwemmer, S. Wadle, R. Zengerle, N. Paust, F. von Stetten
Centrifugal step emulsification for digital droplet amplification of DNA

Medical Devices Meeting

24.–25. Februar 2016, Stuttgart

- > D. Mark
Providing molecular diagnostics at the Point-of-Care with the LabDisk platform

8. GMM Fachtagung Energieautarke Sensorik

25.–26. Februar 2016, Renningen,

- > D. Hoffmann, T. Hehn, A. Willmann, Y. Manoli
Energy Harvesting Technologien für die energieautarke Zustandsüberwachung von Schiffsgetriebenen
- > T. Hehn, M. Kuhl, D. Rossbach, B. Folkmer, D. Mintenbeck, Y. Manoli
StressSens: Drahtlose und energieautonome CMOS-integrierte Stressmessung
- > J. Leicht, M. Amayreh, Y. Cai, J. Goepfert, F. Hagedorn, T. Hehn, N. Lotze, C. Moranz, D. Rossbach, D. Sanchez, D. Schillinger, Y. Manoli
Mikroelektronische Schaltungen und Konzepte zur Leistungsaufbereitung in Energy Harvesting Anwendungen
- > M. Schwaab
Sensordatenfusion für Energieautonome Systeme

German-Finnish Company Event

2. März 2016, Aachen

- > A. Sikora
M2M – the bandwagon is moving on – what about the standards?

91th DKG Annual Conference & Symposium on High-Performance Ceramics

7.–9. März 2016, TU Bergakademie Freiberg

- > P. Ninz, E. Ermantraut, H. Müller, F. Kern, W. Eberhardt, R. Gadow, A. Zimmermann
Laser induced selective metallization of alumina ceramics

Publikationen

Kongresse, Tagungen und Workshops

Focus Group, Product Innovation Europe 8.–9. März 2016, München

- > A. Sikora
Understanding Interoperable M2M Applications and the Role of Standards & Converging and Combining Heterogenous Technologies to Realize M2M Success
The Industrial Internet & the Million Dollar Question – How Can You Make the Opportunity Work for You?

2016 SMART SYSTEMS INTEGRATION, 10. März 2016, München

- > D. Juric, J. Keck, B. Polzinger, W. Eberhardt, A. Zimmermann, R. Ehrenpfordt, J.D. Schulze-Spüntrup
Inkjet-printed antennas on PCB based thermosets

microTEC Südwest Clusterkonferenz 2016 14.–15. März 2016, Freiburg

- > D. Hoffmann, T. Hehn, A. Willmann, Y. Manoli
Energy Harvesting Technologien im maritimen Umfeld zum Betrieb drahtloser Sensornetzwerke für die Zustandsüberwachung von Schiffsgetriebenen
- > B. Polzinger
Inkjetgedruckte Dehnungssensoren auf Edelstahlsubstraten
- > C. Rathfelder
Modellgetriebene Entwicklung von Sensorschnittstellen mit SensIDL

7. Gesundheitskongress Hochschule Furtwangen 16. März 2016, Furtwangen

- > S. Karmann
MedAssembly – Forschungs- und Transferzentrum für mikromedizinische Fertigung

Schüler-Ingenieur-Akademie 18. März 2016, Freiburg

- > M. Rombach
Das automatische Mini-Labor auf der CD-Scheibe

11th International Conference on MicroManufacturing (ICOMM)

29.–31. März 2016, Irvine, Kalifornien, USA

- > R. Zengerle, O. Strohmeier, M. Keller, N. Paust, D. Mark, F. von Stetten
Rapid molecular diagnostics at the Point-of-Care

Molecular Diagnostics Europe 5.–7. April, Lissabon, Portugal

- > K. Mitsakakis
Centrifugal microfluidic platform (LabDisk) as a multi-purpose, multi-target diagnostic tool for patient management at the Point-of-Care

FACHTAGUNG BIO | MEDIZIN | TECHNIK: Innovationen in Diagnostik und Therapie von Infektionen 6. April 2016, Hannover

- > F. von Stetten
Neue Ansätze zur Nukleinsäure-basierten vor-Ort Diagnostik von Infektionskrankheiten

Internationale Fachmesse und Kongress für gedruckte Elektronik (LOPEC)

6.–7. April 2016, München

- > B. Polzinger, B. Schwanda, D. Juric, J. Keck, W. Eberhardt, A. Zimmermann
Current Carrying Capacity of Inkjet Printed Silver Tracks

Mitgliederversammlung des VDE Bezirksvereins Südbaden e.V.

15. April 2016, Bleibach

- > A. Sikora
Digitalisierung der Industrie – Thesen und Trends

Get-togethers towards a sustainable collaboration in IoT: School & Workshop

18.–20.4.2016, Tunis

- > A. Sikora
Overview of IoT Applications & Standardization in IoT

PRONTO-Workshop: Mikrosysteme für die Lebenswissenschaften

19. April 2016, Reutlingen

- > S. Herrlich
MedAssembly – Forschungs- und Transferzentrum mikromedizinische Fertigung
- > S. Billat
Atemgasmessung in der Medizintechnik
- > M. Clemenz
Dermaject – ein neues, innovatives Medizinprodukt für zuverlässige intradermale Injektionen

Zukunft Lebensräume Kongress 2016

20.–21. April 2016, Frankfurt am Main

- > M. Schwaab, L. Ketterer (Kundo xT); M. Wagner (Kundo xT); S. Maier (Kundo xT)
Raumbasierte Erkennung von Stürzen mittels Tiefensensor und integrierter Verarbeitung

Biosensors 2016

25.–27. April 2016, Göteborg, Schweden

- > F. Schuler, C. Siber, S. Hin, S. Wadle, N. Paust, R. Zengerle, F. von Stetten
Digital droplet loop – mediated isothermal amplification (ddLAMP) on a microscope slide

15th Medical Biodefense Conference

26.–29. April 2016, München

- > T. van Oordt, O. Strohmeier, K. Mitsakakis, S. Hin, R. Zengerle, F. von Stetten
Point-of-Need detection of biological threats

Internet of Things Applications Europe

27.–28. April 2016, Berlin

- > A. Sikora
Protocols For IoT – Spoilt For Choice

2016 International Conference on Sustainable and Renewable Energy Engineering

5.–7. Mai 2016, Seoul, Südkorea

- > A. Sikora
Secure Communication for Smart Grid Systems

18. GMA/ITG-Fachtagung Sensoren und Messsysteme 2016

10.–11. Mai 2016, Nürnberg

- > D. Hoffmann, T. Hehn, A. Willmann, Y. Manoli
Adaptives Energy Harvesting für Condition Monitoring Anwendungen im maritimen Umfeld

14th annual meeting of the association for cancer immunotherapy, CIMT 2016

10.–12. Mai, Mainz

- > M. Clemenz, M. Kegel, S. Herrlich, S. da Luz, J. Kalla, S. Baumeister, M. Trächtler, R. Zengerle
Dermaject – A novel, convenient intradermal injection device for intracutaneous injections

11IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS)

22.–25. Mai 2016, Montreal, QC, Canada

- > M. Amayreh, J. Leicht, Y. Manoli
A 200ns Settling Time Fully Integrated Low Power LDO Regulator with Comparators as Transient Enhancement
- > D. Schillinger, Y. Hu, M. Amayreh, C. Moranz, Y. Manoli
A 96.7% Efficient Boost Converter with a Stand-by Current of 420 nA for Energy Harvesting Applications
- > M. Kuhl, Y. Manoli
Area Reduction Techniques for Deep-Brain Probes with Electronic Depth Control

2016 Ontario-on-a-Chip Symposium

26.–27. Mai, Toronto, Kanada

- > R. Zengerle
Advanced centrifugal microfluidics for Point-of-Care applications

Publikationen

Kongresse, Tagungen und Workshops

pHealth2016, 13th International Conference on Wearable, Micro & Nano Technologies for Personalized Health **29. – 31. Mai 2016, Heraklion, Kreta, Griechenland**

- > K. Mitsakakis, F. Stumpf, O. Strohmeier, V. Klein, D. Mark, F. von Stetten, J. R. Peham, C. Herz, P.N. Tawakoli, F. Wegehaupt, T. Attin, N. Bostanci, K. Bao, G.N. Belibasakis, J.P. Hays, G. Elshout, R.C. Huisman, S. Klein, A.P. Stubbs, L. Doms, A. Wolf, V. Rusu, S. Goethel, T. Binsl, A. Michie, J. Jancovicova, V. Kolar, M. Kostka, J. Smutny, M. Karpisek, C. Estephan, C. Cocaud, R. Zengerle
Chair/bedside diagnosis of oral and respiratory tract infections, and identification of antibiotic resistances for personalised monitoring and treatment
- > J. Vontas, K. Mitsakakis, R. Zengerle, D. Yewhalaw, C. Haadezu Sikaala, J. Etang, M. Fallani, B. Carman, P. Müller, M. Chouaïbou, M. Coleman, M. Coleman
Automated innovative diagnostic, data management and communication tool, for improving malaria vector control in endemic settings

DECT World Conference 2016

31. Mai – 1. Juni 2016, Barcelona, Spanien

- > A. Sikora
Analytical Survey on Smart Home Communication Technologies

Fachtagung „Industrie 4.0“, OXID Commons

2. Juni 2016, Freiburg

- > A. Sikora
Industrie 4.0 für produzierende KMU

11th Virtual Fires Congress

2. – 4. Juni 2016, St. Georgen

- > M. Schwaab
Hybride Lokalisierungssysteme mit Inertialsensoren

2016 International Conference on Measurement Instrumentation and Electronics (ICMIE)

6. – 8. Juni 2016 München

- > A. Sikora
Cyber-Physical Systems for Industrial Instrumentation and Measurement

2016 International Conference of Microfluidics, Nanofluidics and Lab-on-a-Chip

10. – 12. Juni 2016, Dalian, China

- > L. Gutzweiler, T. Gleichmann, P. Koltay, R. Zengerle, L. Riegger
Open microfluidics for Lab-on-a-Chip applications
- > R. Zengerle
Advanced centrifugal microfluidics for Point-of-Care Applications

Smart Anything Everywhere Workshop

13. Juni 2016, Brüssel, Belgien

- > R. Günzler
SMARTER-SI – Innovation by Cooperation in Manufacturing

MedtTech Summit 2016

15. – 16. Juni 2016, Nürnberg

- > S. Herrlich
MikroMedizin – Mikrosystemtechnische Lösungen für Nachverfolgbarkeit, Diagnostik und Therapie in der Medizintechnik

Karlsruher Entwicklertag 2016

15. – 17. Juni 2016

- > E. Taspolatoglu, J. Laverman, C. Rathfelder
Internet der Dinge – Von der Gerätebeschreibung zum fertigen System

Info-Veranstaltung: die Innovationsallianz

Baden-Württemberg stellt sich vor

22. Juni 2016, Villingen-Schwenningen

- > M. Clemenz
Dermaject – ein neues, innovatives Medizinprodukt für zuverlässige intradermale Injektionen
- > S. Herrlich
Mikrosystemtechnische Innovationen für Nachverfolgbarkeit, Diagnostik und Therapie in der Medizintechnik

2016 Technologieforum Generativer Werkzeugbau

22. Juni 2016, Villingen-Schwenningen

- > T. Günther, T. Vieten, H. Müller, B. Polzinger, A. Zimmermann
Additive Fertigung von Formeinsätzen für den Spritzguss von Hochtemperaturkunststoffen

OPC Day Europe,

22. – 23. Juni 2016, München

- > A. Sikora
On the Way to End-to-End-Secure Architectures

Moldflow Simulationsforum

23. Juni, Fürth

- > T. Grözinger
Simulationsgestützte Zuverlässigkeitsanalysen von kunststoffbasierten Mikrosystemen

CLINAM – European & Global Summit for Cutting-Edge Medicine

26. – 29. Juni 2016, Basel, Schweiz

- > K. Mitsakakis, M. A. Bakheit, S. Frischmann, S. Hin, V. Klein, O. Strohmeier, D. Mark, F. von Stetten, R. Zengerle
A Point-of-care diagnostic platform for infectious diseases (DiscoGnosis)

MiNaBICT Workshop

28. Juni 2016, Otranto, Italien

- > R. Günzler
Smart Anything Everywhere and ESTHER – New European Initiatives
- > 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)

3D-Tage 2016

29. – 30. Juni 2016, St. Georgen im Schwarzwald

- > H. Müller, S. Weser, Y. Liu, T. Vieten, T. Günther, W. Eberhardt, A. Zimmermann
Rapid Prototyping von MID mittels generativer Verfahren

19th International Conference on Information Fusion (Fusion 2016)

5. – 8. Juli 2016, Heidelberg

- > M. Schwaab, M. Romanovas (DLR), D. Plaia, T. Schwarze (KIT), Y. Manoli
Fusion of Visual Odometry and Inertial Sensors Using Dual Quaternions and Stochastic Cloning

Fit for Health 2.0 & Health-NCP-Net 2.0, Horizon 2020 Health Partnering Event

7. Juli 2016, Brüssel, Belgien

- > K. Mitsakakis
LabDisk: a multi-purpose microanalytical platform

2016 EMBL Conference Series Microfluidics

24. – 26. Juli 2016, Heidelberg

- > R. Zengerle
Merging centrifugal microfluidics with droplet microfluidics for rapid molecular diagnostics at the Point-of-Care

Publikationen

Kongresse, Tagungen und Workshops

Joint Symposium of the 18th Annual Conference of Chinese Society of Micro & Nano Technology and Microsystems & Nanoengineering Summit 2016 (CSMNT2016 & MAN2016)

28.–31. Juli 2016, Beijing, China

- > R. Zengerle
Advanced centrifugal microfluidics for Point-of-Care Applications

Information & Stakeholders' Workshop Programme 'Cross-cutting Key Enabling Technologies for Health' 13. September 2016, Brüssel, Belgien

- > K. Mitsakakis et al.
The LabDisk as a multi-purpose, multi-target Point-of-Care diagnostic tool

4M/IWMF 2016 Conference

13.–15. September 2016, Kgs. Lyngby, Denmark

- > H. Mueller, T. Groezinger, M. Ketata, S. Weser, W. Eberhardt, A. Zimmermann
Investigations on Flexural Fatigue Strength of Conductor Paths Fabricated by LPKF-LDS® Technology

VDMA, FV EMINT Herbsttagung 2016

20.–21. September 2016, Freiburg

- > R. Zengerle
Microfluidics

International Symposium on Intelligent Systems Technologies and Applications (ISTA'16)

21.–24. September 2016, Jaipur, India

- > A. Sikora
Trends in Cyber Physical System Development and Research

WRF trifft: Industrie 4.0 – Chancen für den Mittelstand

22. September 2016, Freiburg

- > C. Rathfelder
Digitalisierung und INDUSTRIE 4.0 auf dem Weg von der Forschung in die Realität

Lab-on-a-Chip, Microfluidics & Microarrays World Congress 26.–28. September, San Diego, Kalifornien, USA

- > F. von Stetten, F. Schuler, F. Schwemmer, S. Wadle, M. Keller, N. Paust, R. Zengerle
Centrifugal step emulsification allows miniaturized digital droplet-RPA, -LAMP and -PCR on the centrifugal microfluidic platform
- > F. von Stetten, S. Wadle, M. Lehnert, F. Schuler, R. Köppel, A. Serr, R. Zengerle
Accelerated development of multiplex real-time PCR by preloaded fluorogenic reporters and label-free mediator probes
- > M. Trotter, F. Schuler, S. Wadle, R. Zengerle, F. von Stetten
Multiplexing in PCR by photobleaching of fluorogenic hydrolysis probes

European Optical Society Annual Meeting (EOSAM) 2016 26.–30. September, Berlin

- > M. Röder, D. Hera, S. Thiele, C. Pruß, T. Günther, W. Osten, A. Zimmermann
3D laser direct-writing based master fabrication for injection compression molding of diffractive-refractive elements

3rd IEEE IDAACS Symposium on Wireless Systems 29. September 2016, Offenburg

- > C. Rathfelder
Generic Sensor Interface Description Language for Wireless Sensor Communication

12th International Congress Molded Interconnect Devices 2016

28.–30. September 2016, Würzburg

- > M. Barth, R. Kulkarni, M. Soltani, W. Eberhardt, T. Meißner, A. Zimmermann
Heat Dissipation for MID Applications in Lighting Technology
- > H. Müller, S. Weser, D. Juric, Y. Liu, T. Günther, B. Polzinger, W. Eberhardt, A. Zimmermann
Generative Verfahren zum Rapid-Prototyping von MID: Prozesse und Potenziale
- > W. Eberhardt, H. Müller, S. Weser, A. Zimmermann
3D-HiPMAS – Pilotlinie für High-End Molded Interconnect Devices
- > C. Fechtelpeter, C. Jurgenhake, T. Mager, R. Dumitrescu, K.-P. Fritz, T. Grözinger, P. Wild, H. Müller, A. Zimmermann
Reliability in MID

Dreiländertagung Swiss, Austrian and German Societies of Biomedical Engineering, BMT 2016, 04.–06. Oktober 2016, Basel, Schweiz

- > M. Clemenz, M. Kegel, S. Herrlich, B. Folkmer, S. Baumeister, J. Kalla, M. Trächtler, R. Zengerle
Dermaject - A New Medical Drug Delivery Safety Device Enabling Precise and Reproducible Intradermal Injections

6. GMM-Workshop Mikro-Nano-Integration 05.–06. Oktober 2016, Duisburg

- > A. Schumacher, S. Knappmann, G. Dietrich, E. Pflug
Fügen von MEMS-basierten Bauelementen mithilfe von reaktiven Nanoschichten

M2M Summit

5.–6. Okt. 2016, Düsseldorf

- > A. Sikora
Standardization for M2M The Bandwagon Moves On

20th International Conference on Miniaturized Systems for Chemistry and Life Sciences, µTAS 9.–13. Oktober 2016, Dublin, Irland

- > I. Schwarz, D. Kosse, F. Schwemmer, R. Zengerle and N. Paust
Parallel robust hydraulic resistance aliquoting for equal reaction conditions on the centrifugal microfluidic platform
- > D. Kosse, M. Keller, J. Obele, M. Specht, D. Baumann, P. Beckert, S. Feuerriegel, G. Roth, S. Niemann, R. Zengerle, D. Mark
Scalability of microthermoforming for Lab-on-a-Chip cartridges by the example of rapid diagnosis of antibiotic resistant tuberculosis (Vortrag)
- > S. Hin, N. Paust, M. Keller, O. Strohmeier, R. Zengerle, K. Mitsakakis
A novel approach for dead-volume-free rehydration and mixing of dry pre-stored reagents in non-terminal chambers on centrifugal microfluidic platforms (Poster)
- > M. Rombach, M. Keller, N. Paust, F. von Stetten, D. Mark, R. Zengerle and M. Karle
The LabCard – A new approach for centrifugal assay automation (Poster)
- > D. Mark, D. Baumann, T. Günter, R. Zengerle, F. von Stetten, R. Streller, D. Kosse
Microthermoforming of microfluidic chips as a low cost alternative to injection molding

8. Innovationsforum Medizintechnik

11. Oktober 2016, Tuttlingen

- > M. Clemenz
dermaject - A Novel, Convenient Intradermal Injection Device for Intracutaneous Injections
- > S. Knappmann, H. Müller, F. Kern, R. Zengerle, A. Zimmermann, R. Gadow
Entwicklung von Transponder-Antennen auf Keramikbasis und eines Erfassungssystems mit neuartiger Signalverarbeitung zur Identifikation chirurgischer Instrumente
- > N. Hipp, C. Rathfelder
Mobile Endgeräte als Mensch-Maschine-Schnittstelle zu intelligenten Sensorsystemen

Publikationen

Kongresse, Tagungen und Workshops

European Week of Regions and Cities

11. Oktober 2016, Brüssel (Belgien)

- > S. Karmann
Regional Technology HUB for Smart Systems

EU-Förderung von Forschung und Innovation im Bereich Mikrosystemtechnik

12. Oktober 2016, Karlsruhe

- > S. Karmann
Success Stories

VDC-Workshop Cyber Physical Systems

13. Okt. 2016., St. Georgen

- > A. Sikora
Durchgängige und verlässliche Kommunikationslösungen für Industrie 4.0
- > M. Schwaab
Variable intelligente Sensoren, integriert und robust für VIS und IR Licht (VISIR)

SMARTER-SI – Lessons Learnt

19. Oktober 2016, Brüssel, Belgien

- > R. Günzler
Fast Track to SSI/SO Manufacturing Workshop

IoT Kongress: "Internet of Things – Vom Sensor bis zur Cloud"

19. Oktober 2016, München

- > C. Rathfelder
Wie die Dinge sprechen lern(t)en ... und sich trotzdem nicht verstehen

International Conference on Smart Grid and Clean Energy Technologies (ICSGCE 2016),

19.– 22. Oktober 2016, Chengdu, China

- > A. Sikora
Secure, Efficient and Energy Efficient Communications for Smart Grid Systems

4th qPCR and Digital PCR Congress

20.– 21. Oktober 2016, London, UK

- > F. von Stetten, S. Wadle, M. Lehnert, F. Schuler, R. Köppel, A. Serr, R. Zengerle
Accelerated development of multiplex real-time PCR by preloaded fluorogenic reporters and label-free mediator probes

2016 FLEX Europe

25.– 26. Oktober 2016, Grenoble, Frankreich

- > T. Meißner, E. Saller, F. Janek, A. Zimmermann
A novel pick-and-place process for ultra-thin chips on flexible smart systems

2016 VDC Expert Workshop Sensorintegration mit Kunststofftechnologie

27. Oktober 2016, St. Georgen

- > J. Seybold
Optische Drehwinkelsensoren auf Leiterplattenbasis
- > T. Günther
Optische Elemente aus Kunststoff
- > W. Eberhardt
Multifunktionelle Schaltungsträger
- > T. Meißner
3D-Mikromontage - Bestückung in der dritten Dimension
- > A. Bülau
Kapazitive Sensoren - Flexible Sensordesigns mit PCB-Technologie

Workshop am IIT Patna

31. Oktober 2016, Patna, Indien

- > A. Sikora
Development and Testing of Secure and Reliable Protocol Stacks for the Internet of Things

VDE-Kongress 2016

7.– 8. November 2016, Mannheim

- > S. Meckler, V. Goridko, K. Ylli, D. Hoffmann, A. Willmann, T. Hehn, M. Schwaab, B. Ehrbrecht, Y. Manoli
Fußgängerlokalisierung auf Basis eines im Schuh integrierten Energieautarken mobilen cyber-physikalischen Systems

- > T. Hehn, M. Kuhl, D. Rossbach, B. Folkmer, D. Mintenbeck, Y. Manoli
StressSens: Drahtlose und energieautonome CMOS-integrierte Stressmessung
- > R. Göpfert, A. Zibold, M. Kunzer, O. Ambacher
LED-Leuchte mit aktiver Farbortregelung für die biologisch wirksame Beleuchtung
- > A. Sikora, F. Mamo, A. Yushev, A. Walz, L. Ketterer, C. Scherzinger
Wege zu zukunftssicheren Kommunikationsprotokollen für das Smart Home – auf allen Ebenen

electronica

8. November 2016, München

- > A. Sikora
Get Out of the Wireless Babble - Unified communication via Radio in the Internet of Things, Press conference – NXP, Wireless Congress: Systems and Applications

10. November 2016, München

- > A. Sikora
Low Power Wide Area Networks for Industrial IoT – Licensed vs. Unlicensed Bands

COMPAMED 2016

16. November 2016, Düsseldorf

- > M. Röder
Micro Precision Machining and Micro Injection Molding for Medical Application

Polytech Peter the Great St. Petersburg

Polytechnic University

16. November 2016, St. Petersburg, Russland

- > A. Sikora
Secure Communication Systems for Smart Energy Networks

Automation 4.0 Summit

23. November 2016, Nürnberg

- > A. Sikora
CPS-Sensorik für Industrie 4.0 – Status, Trends und Anwendungen

2016 Embedded Software-Engineering Kongress

28. Nov. – 2. Dez. 2016, Sindelfingen

- > N. Hipp, C. Rathfelder, E. Taspolatoglu, J. Henss
Modellgetriebene Entwicklung von Sensorschnittstellen
Werkzeugunterstützung durch SensiDL

FVA Informationstagung

29.– 30. November 2016, Würzburg

- > A. Bülau, M. Schwaab
FVA-Studie 752 I – Sensoren Anwendung Antriebssysteme

Studium Generale an der Hochschule Furtwangen

1. Dezember 2016, Furtwangen

- > A. Sikora
Digitalisierung der Industrie. Trends und Herausforderungen

VDI-Fachkonferenz - Kunststoffe in Mechatronik & Polytronik

7. Dezember 2016, Düsseldorf

- > W. Eberhardt
Additive Verfahren zum Aufbau von 3D-Schaltungsträgern

EEE/EMBS Conference on Neural Engineering

04.– 08. Dezember 2016, Kuala Lumpur, Malaysia

- > O. Cota, D. Plachta, T. Stieglitz, S. Mohanan, Y. Manoli, M. Kuhl
In-vivo Characterization of a Versatile 8-channel Digital Biopotential Recording System with sub- μ V RMS Input Noise

Industrie 4.0 – Mittel, Wege und Nutzen für die

regionale Wirtschaft, IHK Südlicher Oberrhein

13. Dezember 2016, Freiburg

- > A. Sikora
Standards und Standardisierung für Industrie 4.0

10th IEEE International Conference on Open Source

Systems and Technologies (ICOSST)

15.– 17. Dezember 2016, Lahore (PK)

- > A. Sikora
CPS-Sensorik for Industry 4.0

Ausstellungen und Messen

Bei Workshops und Kongressen

Innovationsforum für Smarte Technologien & Systeme (Begleitausstellung)

17. Februar, Donaueschingen

Medical Device Meeting (Messe, innBW-Gemeinschaftsstand)

24. Februar 2016, Stuttgart

Clusterkonferenz microTEC Südwest (Begleitausstellung)

14. – 15. März 2016, Freiburg

Jobs for Future (Messe)

10. – 12. März 2016, Villingen-Schwenningen

Molecular Diagnostics Europe (Begleitausstellung)

3. – 7. April 2016, Lissabon

Energy Harvesting & Storage 2016 (Begleitausstellung)

27. – 28. April 2016, Berlin

Hannover Messe 2016 (Messe, AMA-Gemeinschafts- stand und Baden-Württemberg – international / Allianz 4.0 Gemeinschaftsstand)

25. – 29. April 2016, Hannover

Tag der offenen Tür in Freiburg: Pilotlinie für die Fertigung von Lab-on-a-Chip-Systemen

9. Mai 2016, Hahn-Schickard, Freiburg

Sensor + Test 2016 (Messe)

10. – 12. Mai 2016, Nürnberg

Analytica 2016 (Messe)

10. – 13. Mai 2016, München

ZUSE-Tage (Begleitausstellung)

7. – 8. Juni 2016, dbb forum berlin

Mobile Diagnostik am Point-of-Care des VDE (Begleitausstellung)

01. Juni 2106, Frankfurt

MedTechSummit 2016 (Begleitausstellung)

15. – 16. Juni 2016, Nürnberg

MicroTAS 2016 (Begleitausstellung)

9. – 13. September, Dublin

Lab-on-a-Chip World Congress (Begleitausstellung)

26. – 28. September 2016, San Diego, USA

3D MID Kongress (Begleitausstellung)

27. – 29. September 2016, Fürth

InnoForum Medizintechnik (Begleitausstellung)

11. Oktober 2016, Tuttlingen

micro photonics Internationale Kongressmesse

11. – 13. Oktober 2016, Berlin

2nd Microfluidics Congress on qPCR and dPCR (Begleitausstellung)

20. – 21. Oktober 2016, London

Electronica (Messe, AMA-Gemeinschaftsstand)

8. – 11. November 2016, München

Medica (Messe, Gemeinschaftsstand Forum MedTech Pharma)

14. – 17. November 2016, Düsseldorf

Compamed (Messe, Gemeinschaftsstand IVAM Forum)

14. – 17. November 2016, Düsseldorf

Dissertationen

■ Dissertationen

G. Czilwik

LabDisk employing nested PCR for rapid point-of-care diagnosis of bacterial infections
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

V. Matic

Untersuchungen zum Inkjet-Drucken auf 3D-Oberflächen von thermoplastischen Bauteilen
Universität Stuttgart

M. Rombach

Pre-storage of reagents for nucleic acid analysis in unit-use quantities for integration in Lab-on-a-chip test carriers
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

F. Schuler

Centrifugal step emulsification for digital droplet amplification
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

F. Schwemmer

Advanced centrifugal microfluidics: timing, aliquoting and volume reduction
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

O. Strohmeier

Centrifugal microfluidics for nucleic acid analysis at the Point-of-Care
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

S. Wadle

Development of a solid phase detection and amplification method for nucleic acids
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Studentische Abschlussarbeiten

■ Diplomarbeiten

J. Dawidowski

Reduzierung von Voids und Optimierung der einstellbaren Parameter eines Vakuum-Reflow-Lötofens am Beispiel SMTQuattro Peak M N2 VAC
Universität Stuttgart

R. Hackbart

Kraftassistenzsystem mit integrierten Sensoren zur Unterstützung bei handwerklichen Arbeiten
Universität Stuttgart

N. Mars

Thread Stack for Connected Home Applications
Hochschule Offenburg / Université de la Manouba,
Tunis, Tunesien

■ Masterarbeiten

D. Alkhouri

Lightweight M2M Analysis and Optimization in Constrained Networks and Implementation of Server Side LWM2M Over MQTT
Hochschule Offenburg

M. Bahmanian

Design of a Fully Differential Super-Regenerative Receiver at 400 MHz for MICS Applications
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

I. R. Bejarano

Behavior of IoT Device in a Congestion Scenario
Hochschule Offenburg

N. Brodhag

Entwicklung eines Integrationskonzepts für pneumatische Komponenten als Antrieb für unterschiedliche chirurgische Applikationen auf beschränktem Bauraum
Universität Stuttgart

D. Diegel

Verfahrenstechnische Vorentwicklung: Funktionsintegration im Spritzgussprozess
Universität Stuttgart

H. Gong

Optimierung des Delaminationsverhaltens von Stick-Packs unter Zentrifugation
Karlsruher Institut für Technologie

U. Kalita

Designs of a CMOS Integrated Active Charge Balancer with Adaptive Power Supply Compliance for Neural Applications
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

O. Kehret

Integration and analysis of hardware-based security modules
Hochschule Offenburg

M. Ketata

Untersuchungen zum Aufbau von LDS-Bauteilen mittels Rapid Prototyping und Rapid Tooling und deren Zuverlässigkeit
Universität Stuttgart

J. Kühn

Evaluation of Hardware-Accelerated Cryptography for Energy-Constrained Embedded Systems
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

A. Kumar

Design and Analysis of Low-power Control Concept for a Boundary Mode Boost Converter with Dynamically Changing Working Conditions
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

P. Mayer

Untersuchungen zur mechanischen Entkoppelung einer Drucksensormembran von einem thermoplastischen Kunststoffgehäuse bei gleichzeitig zuverlässiger Abdichtung gegen aggressive Fluide
Universität Stuttgart

A.H. Osman

A GmC-based Continuous-time Delta-Sigma Modulator for Neural Readout Applications
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

J. Prasetyo

Investigations On The Performance Of Bluetooth Enabled Mesh Networking
Hochschule Offenburg

J. Preßmar

A Second-Order CT Delta-Sigma ADC Utilizing Combined Time Domain Integration and Quantization
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

M. Rajabzadeh

Feasibility Analysis of Inverter Based Architecture for Bio-potential Recording Amplifiers
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

P. Ranoszek

Development of a pneumatic Coriolis mixer in centrifugal microfluidics
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

A. Schachtschneider

Erforschung stabiler Emulsionen auf mikrofluidischen Chips für eine Lab-on-a-Chip-Anwendung
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

M. Till

Untersuchungen zur laserbasierten selektiven Metallisierung von dreidimensionalen spritzgegossenen Bauteilen aus Duroplasten
Universität Stuttgart

M. Wolf

Zuverlässigkeit von MEMS-basierten physikalisch unklonbaren Funktionen auf Modul-Ebene
Universität Stuttgart

P. Zhang

Entwicklung eines taktilen Sensors für einen sechssachsigen Roboterarm
Universität Stuttgart

L. Zimmermann

Concept and Implementation of a THREAD-compatible 6LoWPAN Network Stack
Hochschule Offenburg

Studentische Abschlussarbeiten

■ Bachelorarbeiten

M. Billmann

Monolithic Integration of Hardware Crypto-Coprocessors
Hochschule Offenburg

C. Grandauer

Entwicklung einer Evaluierungsplattform zum Auslesen von kapazitiven MEM-Beschleunigungssensoren
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

M. Farina

Elektrochemischer Hybridisierungsnachweis mit Mediatorsonden auf Inkjet-gedruckten Strukturen für die Anwendung als E-DNA Sensor
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

K. Hoffmann

Entwicklung einer programmierbaren Testplattform für verschiedene Energiewandlungskonzepte von Energy Harvestern
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

F. Maier

Konzeption und Konstruktion einer Vorrichtung zur Präzisionsmontage von Linsen mittels Active Alignment
Universität Stuttgart

V. Py

Integration of ECC into an Embedded TLS Protocol Stack
Hochschule Offenburg

D. Siefer

Echtzeit-Kommunikation zwischen digitalen Servoreglern
Hochschule Offenburg

J. Singer

Konzeptstudie einer Schaltungsarchitektur zur Generierung der Krafrückkopplung bei MEM-Drehratensensoren
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

R. Vogler

Situationsanalyse aktuell genutzter und Bewertung alternativer Bussysteme zur dezentralen Kommunikation an Robotersystemen KASTOsort
Hochschule Offenburg

L. Wagner

Design and Implementation of a secure MQTT Infrastructure for Sensor Networks
Hochschule Offenburg

W. Weigold

Evaluation und Optimierung der Komponenten eines Floating-Buck-Boost-Converters als LED-Treiber in Bezug auf Kosten und Effizienz
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

M. Zehnle

Charakterisierung zentrifugal mikrofluidischer Testträger zur DNA-Extraktion von Bakterien aus Wasserproben
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

D. J.-F. Ziegler

Computer-Tomographie von Mikrobautteilen und CAE-Rückführung in Volumenmodelle
Universität Stuttgart

■ Studienarbeiten

A. Altaweel

Vergleich verschiedener CDCs und MCUs zur Kapazitätsmessung
Universität Stuttgart

D. Bauknecht

Drucken von Goldtinte mittels Inkjet-Technologie
Universität Stuttgart

F. Bertsch

Benchmark ein- und zweiachsiger Neigungssensoren für große Winkelbereiche
Universität Stuttgart

S. Beutler

Lasersintern von gedruckten metallischen Strukturen
Universität Stuttgart

M. Gharsallaoui

Auslegung und Untersuchung einer Vorrichtung zum Dispensieren von Lotpasten
Universität Stuttgart

S. Griech

Untersuchungen zur laserbasierten selektiven Metallisierung von generativ hergestellten Bauteilen
Universität Stuttgart

S. Haberl

Active-Alignment – Inbetriebnahme und Optimierung einer Vorrichtung zur Präzisionsmontage von Linsen auf Ergebnissen empirischer Toleranzuntersuchungen an einem optischen Drehgeberdemonstrator
Universität Stuttgart

S. Hämmerle

Untersuchung zum Löten auf gedruckten Leiterstrukturen
Universität Stuttgart

T. Kamphans

Drucken und Charakterisieren von PTC- und NTC-Materialien
Universität Stuttgart

C. Lang

Untersuchungen zum Einfluss der Korngrößen von Keramiksubstraten auf das Metallisierungsverhalten und die Metallschichteigenschaften
Universität Stuttgart

F. Lenhardt

Untersuchungen zu Zuverlässigkeit und Lebensdauermodellen von LEDs auf spritzgegossenen Schaltungsträgern
Universität Stuttgart

Y. Liu

Charakterisierung und FEM-Simulation von technischen und Hochleistungskunststoffen
Universität Stuttgart

H. Ortwein

Inkjetdruck von Leiterstrukturen auf transparenten Substraten zur Herstellung von Beleuchtungselementen
Universität Stuttgart

T. Reichenbach

Charakterisierung von Taktquellen für CDCs auf Basis von TDCs
Universität Stuttgart

D. Schmidt

Benchmark ein- und zweiachsiger Neigungssensoren für kleine Winkelbereiche
Universität Stuttgart

Lehrveranstaltungen

■ Vorlesungen

Elektronik (Bachelorstudium)

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

Integrierte Schaltungen (Bachelorstudium)

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

Mikroelektronik / Microelectronics (Master)

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

Mixed-Signal CMOS Circuit Design (Master Concentrations)

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

Analog CMOS Circuit Design (Master Concentrations)

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

VLSI System Design (Master Concentrations)

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

Programmieren 1

Hochschule Furtwangen, Campus Tuttlingen
Dr. C. Rathfelder

Datenverarbeitung 1

Hochschule Furtwangen, Campus Schwenningen
N. Hipp und Dr. C. Rathfelder

MST – Technologien und Prozesse

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

Mikrofluidik 1: Effekte und Phänomene

IMTEK – Institut für Mikrosystemtechnik, Universität Freiburg
Dr. Peter Koltay, Dr. Nils Paust, Dr. Matthias Meier,
Prof. Dr. R. Zengerle

Mikrofluidik 2: Mikrofluidische Plattformen

IMTEK – Institut für Mikrosystemtechnik, Universität Freiburg
Dr. Nils Paust, Dr. Matthias Meier, Prof. Dr. R. Zengerle

BioMST I+II: Biotechnische Aufgabenstellungen für
die Mikrosystemtechnik

IMTEK – Institut für Mikrosystemtechnik, Universität Freiburg
PD Dr. Felix von Stetten, Prof. Dr. R. Zengerle

Biotechnologie für Ingenieure II:

Bioprosesstechnik, Lebensmittelanalytik und in-vitro
Diagnostik
IMTEK – Institut für Mikrosystemtechnik, Universität Freiburg
PD Dr. Felix von Stetten, Prof. Dr. R. Zengerle

Grundlagen der Mikrotechnik

IFM – Institut für Mikrointegration, Universität Stuttgart
Prof. Dr.-Ing. A. Zimmermann, M. Sc. E. Ermantraut

Aufbau- und Verbindungstechnik – Technologien

IFM – Institut für Mikrointegration, Universität Stuttgart
Prof. Dr.-Ing. A. Zimmermann, M. Sc. M. Soltani

Aufbau- und Verbindungstechnik – Sensor- und
Systemaufbau

IFM – Institut für Mikrointegration, Universität Stuttgart
Prof. Dr.-Ing. A. Zimmermann, Dipl.-Ing. T. Vieten

Elektronik für Mikrosystemtechniker

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

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

■ Seminare

Seminar der Mikrosystemtechnik

IFM – Institut für Mikrointegration, Universität Stuttgart
R. Mohr, Prof. Dr.-Ing. A. Zimmermann

Bussysteme und Schnittstellen

Hochschule Offenburg
Prof. Dr.-Ing. A. Sikora

Embedded und Industrielle Netzwerke

Hochschule Offenburg
Prof. Dr.-Ing. A. Sikora

Kommunikationsnetze

Hochschule Offenburg
Prof. Dr.-Ing. A. Sikora

Software-Engineering für Embedded Systeme

Hochschule Offenburg
Prof. Dr.-Ing. A. Sikora

■ Kolloquien

Kolloquium der Mikrosystemtechnik

IFM – Institut für Mikrointegration, Universität Stuttgart

Freiburg Microelectronics Workshop / Alumni-Treffen

14.–15.04.2016

IMTEK – Institut für Mikrosystemtechnik, Universität Freiburg

■ Praktika

Datenverarbeitung 2

Hochschule Furtwangen, Campus Schwenningen
N. Hipp

Reinraum-Laborkurs

IMTEK – Institut für Mikrosystemtechnik, Universität Freiburg

Praktikum zur Vorlesung BioMST I

IMTEK – Institut für Mikrosystemtechnik, Universität Freiburg

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

■ Exkursionen

Ziel: Robert Bosch GmbH, Renningen

05.07.2016

20 Teilnehmer

Patente und Gebrauchsmuster

Aufnahmeteil einer Kupplung für eine Fluidleitung und Kupplung für eine Fluidleitung

Patent in Deutschland (DE 10 2011 107 186), Europa (EP 2732194) zusammen mit einem Industrieunternehmen

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, USA (EP 2504713)

Beschleunigungssensor und Verfahren zum Erfassen einer Beschleunigung

Patent in Europa (EP 1759216)

Bidirektionale Fördervorrichtung

Patent in Deutschland (DE 10 2008 059 205)

Derma Access Device

Patent in Australien (AU2011212481), USA (9,174,006), Japan

Drehratensensor und Drehratensensorsystem

Patent in Europa (EP 1309834)

Flexibles Schaltungssubstrat für elektrische Schaltungen und Verfahren zur Herstellung desselben

Patentanmeldung in Deutschland (DE 11 2008 002 766)

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

Fluidikmodul, Vorrichtung und Verfahren zum Aliquotieren einer Flüssigkeit

Patent in Deutschland (DE10 2013 219 929) 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)

Fluidikmodul, Vorrichtung und Verfahren zum Handhaben von Flüssigkeit

Patent in Deutschland (DE 10 2014 211 121) zusammen mit der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Fluidikmodul, Vorrichtung und Verfahren zum Pumpen einer Flüssigkeit

Patent in Deutschland, Europa und China (DE10 2012 202 775)

Flusssensor und Verfahren zum Erfassen eines Flusses

Patent in Deutschland (DE10 2011 004 743) zusammen mit einem Industrieunternehmen

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), Patentanmeldung in Europa (EP 3063518), Gebrauchsmuster in Deutschland (DE 20 2014 010 496)

Konzept zur spannungsarmen mechanischen Verbindung eines Halbleiterbauelements mit einem Substrat

Patent in Deutschland (DE 10 2012 203 699)

Kupplung für eine Fluidleitung

Patent in Europa (EP 2255120) zusammen mit einem Industrieunternehmen

Mechanischer Oszillator und Verfahren zum Erzeugen einer mechanischen Schwingung

Patent in Deutschland (DE 198 11 025)

Mechanisch-elektrischer Generator

Patent in Deutschland (DE 10 2006 013 237)

Mechanischer Resonator

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

Methode und Gerät zur Einstellung eines stimmbaren 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 USA, Europa (EP 2833100)

Sensorvorrichtung

Patent in Deutschland (DE 10 2010 062 306)

Sigma-Delta-Modulator

Patent in Deutschland (DE102010053022) zusammen mit der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Strömungssensor zur Bestimmung eines Strömungsparameters und Verfahren zur Bestimmung desselben

Patent in Europa(EP2751531)

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 für den Transport von Magnetpartikeln
Patent in Europas, USA, China (EP2621632)

Verfahren zum Transport magnetischer Partikel

(DE 102010041621) Patent in Deutschland

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)

Patente

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), USA, Patentanmeldung in Europa (EP 2728979) zusammen mit einem Industrieunternehmen

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)

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 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 Leiten einer Flüssigkeit durch einen ersten oder zweiten Auslasskanal

Patent in Deutschland (DE 10 2013 203 293) zusammen mit der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Vorrichtung und Verfahren zum Thermokompressionsbonds

Patent in Europa (EP 0947281) zusammen mit einem Industrieunternehmen

Vorrichtung und Verfahren zur Abgabe oder Aufnahme eines Flüssigkeitsvolumens

Patent in Deutschland (DE102012209314) zusammen mit der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Vorrichtung und Verfahren zur Durchmischung zumindest einer Flüssigkeit

Patent in Deutschland (DE10 2013 220 257)

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 und Verfahren zur Tropfenerzeugung

Patent in Deutschland (DE10 2014 224 664)

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

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

Vorrichtung zur Messung einer Drehrate

Patent in Deutschland (DE 10 2010 053 022) 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)

■ 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
www.Hahn-Schickard.de

Idee, Gestaltung:

Apollo 11 GmbH, Reutlingen

Fotografie:

Black & White Fotodesign (Titel, S. 3, S. 6, S. 16, S. 27)
Fotolia (S. 4–5)
Shutterstock (S. 13)
iStock (S. 11, S. 18–19, S. 74–75)
Bernd Müller Fotografie (S. 20–21, S. 22–23, S. 24–25, S. 28–29,
S. 30–31, S. 32–33, S. 38–39, S. 40–41, S. 42–43, S. 44–45)

Druck:

Sautter GmbH, Reutlingen

Stand:

April 2017
Alle Angaben ohne Gewähr



