

# ABSTRACTS

## VORTRÄGE

### **Sensorsysteme für die Mensch-Technik-Interaktion**

*Jürgen Berger*  
VDI/VDE-IT, Berlin

Mensch und Technik rücken immer näher zusammen, weshalb ein neues Selbstverständnis im Umgang mit Technik erforderlich ist. Die Umgebung des Menschen wird zunehmend mit multifunktionalen, miniaturisierten, vernetzten und kontextsensitiven Geräten ausgestattet. Den technischen Systemen werden dabei mehr Aktionsspielräume und intelligente Einflussnahme eingeräumt. Sensorik ist unverzichtbar für ein adäquates Funktionieren einer solchen "intelligenten Umgebung". Sie muss einerseits die Umgebung mit den jeweils relevanten Informationen erkennen und andererseits die Anforderungen des Menschen erfassen. Dabei soll nicht der Mensch sich der Technik anpassen, sondern die Technik dem Menschen. Die Weiterentwicklung der Sensorik hin zu smarten, kognitiven Sensorsystemen ist heute einer der entscheidenden technologischen Erfolgsfaktoren, um diese neue Qualität der Mensch-Technik-Interaktion zu erreichen.

### **Inertial MEMS - ein Streifzug**

*Volker Kempe*  
Ehem. SensorDynamics AG, Graz, Österreich

Mikroelektromechanische Trägheitssensoren haben zwei Jahrzehnte intensiver Forschung und Entwicklung sowie Kommerzialisierung hinter sich. Einst kaum bemerkt, sind sie aus dem Schatten militärischer und raumfahrtspezifischer Anwendungen herausgetreten und zu Wegbegleitern des täglichen Lebens geworden. Trägheitssensoren messen lineare und angulare Beschleunigungen sowie Drehraten von Objekten mit Hilfe federnd aufgehängter Massen oder elastischer Deformationen in Nicht-Starrkörpersystemen.

Die Verwirklichung mikroskopisch kleiner Trägheitssensoren hat zu einer erheblichen Erweiterung der MEMS-Technologien einschließlich Wafer-level und first level packaging geführt.

Ideenreichtum unter dem Druck der Notwendigkeit permanenter Qualitätsverbesserungen und sinkender Preise sowie ständig verbesserte technologische Möglichkeiten haben zu einer schier endlosen Vielfalt von Beschleunigungs – und Drehratensensoren geführt, die inzwischen fast alle Leistungsbereiche überdecken.

Das Eindringen von Trägheitssensoren in neue Anwendungsbereiche – oft in Kombination mit anderen Sensorsystemen – ist ein Allgemeintrend geworden, der derzeit noch an Stärke gewinnt.

## **Ein MEMS basiertes Low-g-Sensorsystem für Präzisionsanwendungen**

<sup>1</sup>Markus Nowack, <sup>1</sup>Peter Krause, <sup>2</sup>Andreas Bertz, <sup>1</sup>Torsten Thieme

<sup>1</sup> First Sensor AG, Berlin

<sup>2</sup> FhG-ENAS, Chemnitz

Seit über 20 Jahren werden weltweit Inertialsensoren auf der Basis von Silizium-Mikrosystemen (MEMS) entwickelt und vermarktet. Von den ersten Erdbebenanzeigern aus dem alten China (132 Jahre n. Chr.) bis zu den heute im Automobil serienweise verbauten Beschleunigungssensoren hat die Menschheit einen enormen Weg in der technischen Entwicklung zurückgelegt. Dennoch zeigt sich, dass bei mechanischen Sensoren für höchste Anforderungen (Nachweis von Änderungen im Mikro-g bzw. Bogensekunden-Bereich bei Neigungen) noch relativ große seismische Massen erforderlich sind. Ein vielversprechender Kompromiss wird durch die Anwendung der AIM-Technologie (Airgap Insulation of Microstructures) zur Herstellung von siliziumbasierten Sensoren mit hohem Aspektverhältnis ermöglicht. Der Beitrag gibt einen Überblick über die zugrundeliegenden Prinzipien und die wichtigsten Anwendungsbeispiele dieser Genauigkeitsklasse.

## **NEMS for ultra-low power logic applications**

*Christoph Hagleitner*

IBM Research -- Zurich Research Laboratory, Zürich, Schweiz

The first fully electronic vacuum tube based computer ENIAC consumed 200 kW of power and occupied an entire room. Advancements in solid-state transistor technology since then allowed continuous improvements of power, efficiency and functionality, but transistors have a fundamental ceiling on energy efficiency. This is an issue for emerging applications for smart components such as autonomous sensor nodes, wireless communication devices, and mobile computers which all require logic circuits with dramatically improved energy efficiency. Nano-electro-mechanical (NEM) relays have the advantage of essentially zero "off" current and a steep sub-threshold slope. Therefore, NEM switch based logic has the potential to address these fundamental bottlenecks.

## **Intelligente Multisensoren**

*Andreas Wilde*

FhG IIS/EAS, Dresden

Die Welt von morgen ist durch intelligente Systeme geprägt, die ihren eigenen Zustand sowie ihre Umgebung erfassen und darauf durch Information oder Aktion reagieren können. Dafür benötigen sie viele vernetzte Sensoren mit minimalem Energie- und Platzbedarf. In diesem Beitrag werden beispielhaft integrierte mehrachsige magnetische Positionssensoren vorgestellt, die simultan mehrere mechanische Freiheitsgrade erfassen können und dadurch zu smarten Sensoren werden. Entscheidend dafür sind effiziente Algorithmen zur Zielwertberechnung und Signalkorrektur. Außerdem werden Konzepte für einen optischen Präsenzdetektor vorgestellt, der auf einem neuartigen, durch eine spezielle Schaltungstechnik hocheffizienten Bildsensor beruht.

## **Ultraschall-Sensorarrays**

*Elfgard Kühnicke*

Technische Universität Dresden, Dresden

Bei Arrays mit „Linien“-Elementen wird zur Vermeidung von Gitterkeulen ein Mittenabstand zwischen den Elementen von einer halben Wellenlänge postuliert. Im Beitrag wird anhand von berechneten Schallfeldern der Einfluss der Elementbreite, des Schwenkwinkels sowie der Dauer des Anregungssignals auf die Größe und den Winkel der Gitterkeulen untersucht. Dazu werden für ein ebenes Array die harmonischen und transienten Schallfelder in Wasser und im Prüfobjekt berechnet. Für ein konvexes Array zur Innenrohrprüfung erfolgt eine Optimierung der Ansteuerung.

Die neuesten Entwicklungen in der medizinischen Diagnostik sind hochfrequente Ringarrays zwischen 30 und 40 MHz. Aus den simulierten Schallfeldern werden Schlussfolgerungen für die optimale Gestaltung der Elemente, für die Größe der Zwischenräume, die Verbesserung der Zeitansteuerung und die zu erzielende Auflösung gezogen.

## **Diodenlaser für sensorische Anwendungen – Anforderungen, Herstellung und Möglichkeiten**

*Bernd Sumpf*

Ferdinand-Braun-Institut, Berlin

Diodenlaser sind kompakte, robuste und zuverlässige Lichtquellen für Anwendungen wie Schweißen, Löten und das Pumpen anderer Laser. Sie sind aber auch für sensorische Anwendungen geeignet bei denen ihre Eigenschaften speziell auf die Anforderungen abgestimmt werden können. Hierzu zählt u.a. eine hohe spektrale Stabilität, eine spektrale Durchstimmung, eine exzellente Strahlqualität oder die Erzeugung von ns- und ps- Pulsen.

In diesem Vortrag werden

- Diodenlaser mit Wellenlängen-selektiven internen Gittern,
  - Halbleiterdioden in externen Kavitäten,
  - Diodenlaser als Pumpquellen für die nichtlineare Frequenzkonversion (SHG, DFG, OPO) und
  - Hybrid integrierte Lasermodule für die Erzeugung von ps- und ns-Pulsen
- vorge stellt und deren Anwendungsmöglichkeiten in der Absorptions-, Raman- und Fluoreszenz-Spektroskopie und der interferometrischen Längen-Messtechnik gezeigt.

## **Holographische Mikroskope als linsenlose miniaturisierte bildgebende Sensoren**

<sup>1</sup>Rainer Riesenberg, <sup>2</sup>Jürgen Schreiber

<sup>1</sup>IPHT, Jena

<sup>2</sup>FhG IZFP Dresden

Die Fernfelddetektion von Wellenfronten und die anschließende Rekonstruktion eines Bildes vom Objekt (Holographie) wurde vor mehr als 60 Jahren von Gabor erfunden.

Es wird über den aktuellen Stand der digitalen inline holographischen Mikroskopie berichtet, der durch ein linsenloses Chipmikroskop charakterisiert ist.

Als kohärente Lichtquellen werden neben Laser, LED und Halogenlampen qualifiziert. Eine über räumliche und spektrale Filter einstellbare Mikro-Kohärenz verbessert die Bildqualität, indem Speckle und störende Interferenzen aus Reflexionen vermieden werden. Ein neuer effizienter Auswertalgorithmus nach dem sogenannten „Kachel-Superpositionsprinzip“ erlaubt eine laterale Auflösung unter  $1\ \mu\text{m}$ , die einer numerischen Apertur  $>0.8$  entspricht. Unterschiedliche Brechungsindizes (Glasprobenträger) können bei der Auswertung berücksichtigt werden. Eine neue patentierte Auflichtanordnung mit planaren Chips realisiert die für die Off-Axis Holographie typische hohe Qualität der Bildgebung mit Hilfe einer kompakten inline Anordnung. Sie ist potentiell in ein Smart-Phone integrierbar.

Es werden Anwendungsbeispiele vorgetragen. Dazu gehört auch die sogenannte Speckle-Photometrie für die Materialdiagnostik in der Sicherheitstechnik und in der Medizin.

## **Anwenderspezifische pyroelektrische Infrarotsensoren**

*Volkmar Norkus, Gerald Gerlach*

Technische Universität Dresden, Dresden

Pyroelektrische Infrarotsensoren werden in sehr großen Stückzahlen in Bewegungsmeldern, Geräten zur Gasanalyse und Pyrometern eingesetzt. Kommerziell sind verschiedene Varianten dieser Bauelemente verfügbar, die sich durch vergleichbare Geometrien des strahlungsempfindlichen Elementes sowie einen guten Signal-Rausch-Abstand auszeichnen. Für die Entwicklung hochauflösender Systeme besteht vom Anwender zunehmend häufig die Forderung nach einer möglichst optimalen Geometrie des empfindlichen Elements und einer maximalen spezifischen Detektivität der Sensoren.

An der TU Dresden, Institut für Festkörperelektronik, wurden in den letzten Jahren Sensortechnologien entwickelt, mit der diese Anforderungen weitgehend erfüllt werden können. Im Beitrag werden die vorhandenen technologischen Möglichkeiten an zwei Sensortypen beschrieben.

## **Model-based reconstruction of periodic sub-lambda features**

*Wolfgang Osten, Valeriano Ferreras-Paz, Karsten Frenner*

Universität Stuttgart, Stuttgart

Scatterometry is a well-established, fast and precise optical metrology method used for the characterization of sub-lambda periodic features. The Fourier scatterometry method, by analyzing the Fourier plane, allows collecting the angular resolved diffraction spectrum without any mechanical scanning. To improve the depth sensitivity of this method we combine it with white light interferometry. We show the exemplary application of the method on a silicon line grating. To characterize the sub-lambda features of grating structures we apply a model-based reconstruction approach by comparing simulated and measured spectra. All simulations are based on the rigorous coupled-wave analysis method.

## **Neue Sensor-Messprinzipien im Niederdruckbereich unter 10 mbar**

*Jochen Müller*

First Sensor AG, Puchheim

Numerous medical applications rely on the exact measurement of air flow using the principle of flow-induced differential pressure in a shunt configuration.

With such a setup it is possible to significantly reduce the flow resistance of the tube without interfering with the patient's respiratory effort. An advantage of micro-flow sensors is the high resolution of the output signal offering lowest signal-to-noise ratios.

Further application areas for micro-flow sensors include HVAC, where a solution insensitive to dust contamination is imperative, yet being able to measure ultra-low pressure in the range of 50 Pa (0.5 mbar) and lower.

A design perfectly suited to overcome usual obstacles in the aforementioned applications as well as technological differences between membrane-based and micro-flow-based ultra-low pressure sensors shall be discussed in the lecture.

## **Entwurf und Umsetzung von Low-Power Sensoren**

*Gert Schönfelder*

Prignitz Mikrosystemtechnik GmbH / ADZ Nagano, Ottendorf-Okrilla

Die Entwicklung von drahtloser Sensorik impliziert immer auch ein energieautarkes System. Dabei ist die erforderliche Optimierung des Energieverbrauchs nicht nur eine Frage der richtigen Hardwareauswahl. Der Entwurf muss von Beginn an als eine komplexe Betrachtung von Komponentenauswahl, Schaltungsentwurf, Betriebsmodi und Systemsoftware durchgeführt werden. Im Vortrag werden die notwendigen Fragestellungen zur Stromversorgung genau so dargestellt wie der Einfluss von Soft- und Hardware auf den Energieumsatz eines Sensors. Diese Diskussion führt letztendlich auch bis zur Betrachtung der Lebensdauer eines Sensors.

## **Drahtloses UHF-Label mit Inkjet-gedrucktem Feuchtesensor**

<sup>1</sup>*Eric Starke*, <sup>1</sup>*Alexander Türke*, <sup>2</sup>*Hans-Jürgen Holland*, <sup>2</sup>*Wolf-Joachim. Fischer*,

<sup>3</sup>*Frank Kriebel*

<sup>1</sup>Technische Universität Dresden, Dresden

<sup>2</sup>Fraunhofer-Institut für Photonische Mikrosysteme, Dresden

<sup>3</sup>SMARTRAC TECHNOLOGY Dresden GmbH, Dresden

Drahtlose UHF-Label mit integrierten Sensoren ermöglichen eine deutlich einfachere und genauere Überwachung der Lager- und Transportbedingungen von empfindlichen Produkten. Neben der Temperaturmessung ist vor allem die Messung der relativen Feuchte von praktischem Interesse, z. B. bei Medizinprodukten oder Nahrungsmitteln. Im Vortrag wird ein im Rahmen des BMBF Projekts CoolSens entwickeltes Smart Label mit Feuchtesensor vorgestellt. Für die Messung der relativen Feuchte wird ein vollständig mittels Inkjet Druck hergestellter kapazitiver Sensor verwendet. Kern des Labels ist der UHF-Transponderschaltkreis, welcher über eine optimierte Antenne die drahtlose Energie- und Datenübertragung ermöglicht. Gleichzeitig erfolgt auch eine

Temperaturmessung direkt im Transponderschaltkreis. Desweiteren verfügt das Smart Label über Batterien, die einen semipassiven Betrieb als Datenlogger ermöglichen.

## **A monolithic integrated MEMS in a 350 nm technology for filter monitoring applications**

<sup>2</sup>Marco Neubert; <sup>1,2</sup>Steffen Heinz;<sup>1,2</sup>Klaus Erler; <sup>1</sup>John T Horstmann; <sup>1</sup>Ralf Seidel,  
<sup>2</sup>Alexander Pohle, <sup>3</sup>Christian Gross; <sup>3</sup>Arthur Rönisch; <sup>3</sup>Paul Dietmar Gabriel

<sup>1</sup> Chemnitz University of Technology, Chemnitz;

<sup>2</sup> EDC Electronic Design Chemnitz GmbH, Chemnitz

<sup>3</sup> TURCK duotec GmbH, Beierfeld

A smart monitoring of filter cartridges enables the improvement of working conditions with respect to occupational safety, protects the environment and reduces the costs of unnecessary downtime of filter devices. Within the research project "SmartFilter", BMBF-No.:13N10878, such a system for smart monitoring of a filter will be developed.

Objective of the current research project is the monolithic integration of pressure sensor, sensor control and electronics within new MEMS. For the future the MEMS should be nonexchangeable parts of the filter cartridges with the possibility of individualization by absolute coding. Energy and data are transferred wireless via RFID (Radio Frequency Identification) interface. Therefore the housing contains an antenna. Because the MEMS have to be protected from thermal and mechanical influences suitable assembling and packaging methods have to be developed..

The complete "SmartFilter"-system consists of the RFID frontend with antenna, adjustment capacitor and energy storage capacitor, sensors for pressure and temperature, the analog to digital converter and a controller unit with memory and program counter.

The basis of innovation is the integration of a pressure sensor fabrication module into a modern 350 nm CMOS mixed-signal standard semiconductor technology. Compared to available standard processes the combination of MEMS technologies with the minimum feature size of 350 nm allows undreamed-of possibilities for complex circuit designs with less area consumptions. In this way cost-efficient more intelligence and adaptations to the intended use can be concentrated in the filter.

However, combining CMOS and MEMS technologies is challenging because several MEMS process steps, e.g. silicon etching by KOH, are incompatible with the requirements of CMOS technology. To avoid contaminations MEMS process steps are arranged at the back end of the whole flow.

## **Lab-on-Chip für Point-of-care Diagnostics**

*Thomas Otto, Jörg Nestler*  
FhG-ENAS, Chemnitz

Lab-on-Chip- Systeme, also miniaturisierte Analyseplattformen, haben vor allem im Bereich Lebenswissenschaften Einzug gehalten. Die Vision komplexe analytische Nachweise von Krankheitserregern direkt vor Ort (Point-of-Care) durchführen zu

können, stellt an die entsprechenden Technologien höchste Ansprüche. Im Kontext eines kommerziell verwertbaren Systems müssen jedoch kostengünstige Lösungen für Teilsysteme (Sensoren, Flüssigkeitstransport, Reagenzienlagerung,...) gefunden werden ohne die Leistungsfähigkeit zu gefährden.

Das vorgestellte mikrofluidische System bietet die Möglichkeit verschiedenste Biosensoren sowie die benötigte Biochemie auf Ihre Eignung in einer miniaturisierten Umgebung zu testen. Speziell die teils drastische aber notwendige Verringerung an Proben- und Reagenzienmenge stellt für Sensoren eine besondere Herausforderung dar. Erfolgreiche Untersuchungen an Fluoreszenz-basierten sowie verschiedenen Arten elektrochemischer Biosensoren zeigen jedoch das Potenzial der Technologien.

## **MEMS, MOEMS and MNBS – their role in next generation medical diagnostic and therapy**

*Erik Jung*

FhG IZM, Berlin

Microtechnological devices find increasingly their fields of application in the medical industry. Here, not only MEMS accelerometers, eg. as reported since about two decades in pacemakers, but also pressure sensors, micromachined injection needles, neuronal contacts find their use in implants and diagnostic devices. With the growing acceptance of mechanical microstructures, also a trend towards the use of optical micro opto-electromechanical systems (MOEMS, like e.g. micro spectrometers) and even nanoscale elements (micro-nano-biological systems –MNBS- e.g. in molecular diagnostic devices) can be observed in the recent years, combining the miniature components with advanced MEMS based integration techniques for maximum functionality per volume.

The talk will provide insight in the big revolution the small devices have stimulated in the medical field recently and will continue to do so in the future. Visions of medical device engineers how to leverage the advancements of modern microtechnology are shared.

## **Neue Lösungen für vielfältig einsetzbare, hochauflösende Detektoren im Bereich der Röntgenanalytik**

*Thomas Göbel*

First Sensor AG, Berlin

Das Anwendungsspektrum moderner Röntgenfluoreszenzanalyseverfahren reicht von der zerstörungsfreien qualitativen und quantitativen Materialbestimmung, der Kristallcharakterisierung bis zu Schichtdickenmessverfahren in vielfältigen Labor- und Industrieanwendungen. Diese Verfahren basieren auf dem energiedispersiven Nachweis der charakteristischen Röntgenstrahlung der Elemente, deren geringe Energiedifferenz eine hohe Energieauflösung der verwendeten Röntgendetektoren erfordern. Aufwand und Kosten heutiger Röntgenfluoreszenzdetektoren beschränken zunehmend die möglichen Einsatzgebiete. Der Einsatz von preiswerten Si-pin Dioden für die Röntgenanalyse wurde bisher durch deren zu geringes Signal/Rauschverhältnis stark begrenzt. Eine weiterentwickelte Si-pin-Diodentechnologie der First Sensor AG

ermöglicht die signifikante Verbesserung der Rauscheigenschaften derartiger Detektoren und gestattet deren Einsatz auch in der Röntgenfluoreszenzanalyse. Erste Ergebnisse werden vorgestellt und diskutiert.

## **AVT für optische Sensoren**

*Gregor Woldt, Werner Schneider*  
MPD GmbH, Dresden

Im Beitrag werden anhand von aktuellen Fertigungsbeispielen die technologischen und werkstofftechnischen Anforderungen der Aufbau – und Verbindungstechnik zur Herstellung von optischen Sensoren aufgezeigt.

Ausgehend von der Layoutentwicklung und dem Boardkonzept werden die technologischen Teilprozesse des Microelectronic Packagings, SMD – Montage, Die – und Wire – Bonden und Glaskleben in ihrer Auswirkung auf die Performance der Aufbauten und deren elektrischen und optischen Eigenschaften diskutiert. Im Gegensatz zur klassischen Chip – on – Board Technologie zeigen sich markante Unterschiede im Anforderungsprofil, dem Werkstoffeinsatz und den Lösungswegen.

Es wird dokumentiert, wie durch ein technologisch und werkstofftechnisch optimiertes Gesamtkonzept, stressarme Aufbauten erstellt werden können.

## **Anorganisch/organische Nanohybride: Chemische Sensoren aus dem Baukasten**

<sup>1</sup>Rosemarie Dittrich, <sup>2</sup>Michael Günthel, <sup>3</sup>Jörg Hübscher, <sup>3</sup>Monika Mazik,  
<sup>2</sup>Florian Mertens, <sup>1</sup>Yvonne Joseph

<sup>1</sup> Institut für Elektronik- und Sensormaterialien,

<sup>2</sup> Institut für Physikalische Chemie,

<sup>3</sup> Institut für Organische Chemie, TU Bergakademie Freiberg, Freiberg;

Für fortgeschrittene zukünftige chemische Sensoren ist die Entwicklung von chemosensitiven Schichten eine zentrale Aufgabe. Dabei spielen zwei Eigenschaften des chemosensitiven Materials eine besonders wichtige Rolle. Zum einen muss das Material eine große Oberfläche aufweisen, das heißt stark porös sein um eine optimale Sensitivität zu erreichen. Zum anderen sollten die Sorptionseigenschaften anpassbar sein um eine gute Selektivität des chemischen Sensors zu ermöglichen. Anorganisch/organische Nanohybride wie zum Beispiel Metallnanopartikelnetzwerke und MOFs (metallorganische Netzwerke) bieten beides. Es werden die Synthese aus verschiedenen organischen und anorganischen Komponenten, die strukturelle, spektroskopische und elektrische Charakterisierung sowie die sensorischen Eigenschaften von diesen beiden Klassen von Nanohybriden vorgestellt.

## **Mapping and evaluation of visco-elastic properties on micro- and nanoscale by use of modified atomic force microscopy**

<sup>1</sup>Malgorzata Kopycinska-Müller, <sup>2</sup>Bernd Köhler

<sup>1</sup> FhG IZFP, Dresden

<sup>2</sup> TU Dresden, Dresden

Recent progress in life-sciences and micro- and nano-electronics demands and drives the development of new functional materials that exist very often in form of sub-nano and nano-thin films. There are materials that are either very susceptible to the film preparation conditions (such as diamond-like-carbon films), or exist only in form of a very thin films (polymer/organic semiconductors). In such cases, each of the films has to be treated as a new kind of material with an unknown set of mechanical properties.

Elastic and viscoelastic properties can be very difficult to characterize on a very small scale. There are few methods that are capable of characterization of the Young' modulus of very thin films. From these, atomic force microscopy (AFM) based methods have the advantage of high lateral and depth resolution. They have been also used to characterize both elastic and viscoelastic behavior of materials.

The contact resonance methods are dynamic extensions of atomic force microscopy operating in contact mode. The key component is a rectangular AFM cantilever vibrating at resonance frequencies. When the cantilever is in contact with the sample surface, its vibrations are changed.

The determination of the contact resonance spectrum can be done locally as a function of the applied load as well as position. Grid and image-like measurements are perfect tools for statistically representative characterization of the properties of the sample surface. In both cases the acquisition and analysis of the contact resonance spectrum is the key to the determination of the sample properties. Therefore, this report will concentrate on the principle of the AFAM method, the description of the analytical models of the cantilever vibrations, and practical approaches for the characterization of the viscoelastic properties of the sample.

## **Vergleich piezokeramischer Werkstoffe für Generatoranwendungen**

*Thomas Rödig*

FhG IKTS Dresden

Vor mehr als 40 Jahren kamen piezoelektrische Gasanzünder als erste Anwendung mit piezoelektrischen Generatoren auf den Markt. Diese erzeugen bei mechanischer Belastung eine sehr hohe elektrische Spannung die einen Funkenüberschlag durch die Luft ermöglicht. Seit 1980 existieren Ideen elektronische Schaltungen mit piezoelektrischen Generatoren zu betreiben. Dieser Trend verstärkt sich zunehmend, da die Verfügbarkeit von Elektroniken mit sehr niedrigem Energieverbrauch zunimmt.

Im Vortrag wird der Schwerpunkt auf die piezoelektrischen Wandlerwerkstoffe gesetzt. Weitere inhaltliche Aspekte sind die Betriebsweise, die erreichbaren Ströme und Spannungen sowie die Lastgrenzen piezoelektrischer Generatoren. Am Beispiel eines aktuellen Forschungsprojektes wird gezeigt, wie energieautarke Sensornetzwerke, versorgt durch piezoelektrische Generatoren, in der Lage sind mechanische Strukturen (CFK, Flugzeuge) zu überwachen.

## **Serienfähige Integration von Sensornetzwerken in langfaser- und textilverstärkten Leichtbaukomponenten**

*Werner Hufenbach, Wolf-Joachim Fischer, Niels Modler, Eric Starke*  
TU Dresden, Dresden

In den immer komplexer werdenden Leichtbausystemen ist es von zunehmender Bedeutung, dass erfasste Bauteil- und Umgebungszustände bereits in Sensornähe ausgewertet werden. In funktionsintegrativen Leichtbaustrukturen aus Hybridgarn-Textil-Thermoplast-Verbundwerkstoffen kann eine solche Netzstruktur bereits gut während der Herstellung der Bauteile integriert werden.

Derzeit stehen darüber hinaus kaum robuste Fertigungsverfahren für die Herstellung funktionsintegrativer Leichtbaustrukturen mit integrierten Sensornetzwerken zur Verfügung. Ein besonderes Potential bieten hier Glasfaser-Polyurethan-Verbund-(GPV-)Werkstoffe. Mit dem Multi-Fibre-Injection-Verfahren wird eine neuartige Fertigungstechnologie für die Herstellung intelligenter GPV auf Grundlage einer hochproduktiven Sprühtechnologie entwickelt. Ziel ist es, die bisher getrennten Produktionsschritte Sensor- und Bauteilfertigung in einem effizienten Fertigungsprozess zu vereinen.

## **Energy Harvesting and Power Management IC Implementation for Energy-Autarkic Wireless Sensor Nodes**

*Lars Göpfert*  
ZMDI, Dresden

The presentation will introduce the design challenges of an energy-autarkic wireless sensor node, which is the development goal of the CoolSilicon project "Coolsensornet". The system is aimed to harvest energy from ambient vibration which can be converted into electrical AC power by means of a piezo-electric element. The major challenge to get an energy harvesting system to work is to obtain a stable and reliable duty-cycle that consists of two phases: an energy accumulation phase and a short active phase.

Based on the investigation and results of a prototype demonstrator, an energy harvesting and power management IC has been specified and designed in TSMC 0.25um BCD technology. For the energy harvesting portion, a SECE-Interface (Synchronous Electric Charge Extraction) has been selected. The SECE-Interface will be compared with a standard interface which consists of a rectifier and the storage capacitor. The SECE-Interface allows an efficient energy accumulation over a wider range of vibration amplitudes.

A key element of the power management portion is the periodic supervision of the energy level. This task is especially important during the energy accumulation phase in order to cope with time varying harvesting excitation. A solution will be presented which has negligible effect on the average sleep mode power consumption. It is based on a sampled supervision in periodic intervals. Hence, it requires a low-frequency, low-power clock oscillator, a timer and a dedicated state-machine, and a voltage comparator with configurable reference voltage.

Finally, lab evaluation results of the energy harvesting and power management IC testchip will be presented together with an example application of an energy-autarkic wireless sensor node. The application allows the transmission of sensor data into a 6LoWPAN wireless network.

## **Robuste Sauerstoff-Sensorsysteme für Kontroll- und Optimierungsaufgaben in Land- und Forstwirtschaft**

*Edgar Klose*

INNO-Concept GmbH, Strausberg

Im Unterschied zu den technischen Wissenschaften, bei denen Untersuchungen unter gleichen Bedingungen in der Regel (bis auf die Messfehler) zu identischen Ergebnissen führen, muss man im Bereich der Lebenswissenschaften auf Grund der Komplexität der zu untersuchenden Targets auch bei sonst gleichen äußeren Bedingungen mit einer weit größeren Variation der Messergebnisse rechnen. Die zur Interpretation der Ergebnisse heranzuziehenden statistischen Methoden erfordern eine große Zahl von Messungen, was zeit- und kostenaufwändig ist. Der vorliegende Beitrag wird sich damit beschäftigen, welche Vorteile der Einsatz von Sauerstoffsensoren mit hoher Empfindlichkeit bei der Bewertung der Pflanzenvitalität in Land- und Forstwirtschaft wie auch im Umweltmonitoring im Vergleich zu anderen physikalischen Methoden wie Fluoreszenzmessungen, CO<sub>2</sub>-Messungen u.a.m., bietet und bei kostensparender Arbeitsweise auch prognostische Aussagen über weitere Entwicklung der Messobjekte liefert. An Hand konkreter Ergebnisse, erhalten im Maisanbau (Brandenburg und Moskauer Gebiet) oder im Zuckerrübenanbau, bei Hormesisuntersuchungen an Mikro- und Makrophyten oder im Umweltschutz, werden diese Thesen belegt.

## **Sense&Avoid für UAVs**

*René Koch*

Diehl BGT Defence, Überdingen

Das übergeordnete Thema ist die Kollisionsvermeidung zwischen Flugzeugen, insbesondere in Verbindung mit einer zukünftigen Teilnahme von unbemannten Flugzeugen, sogen. UAVs, am allgemeinen Luftverkehr. Zunächst wird auf die generellen Forderungen eingegangen. Dann wird die Sensorik aufgelistet, welche sich zur Lösung der Aufgabenstellung eignen könnte. Von den möglichen Sensoren wird ein abbildender Sensor im sichtbaren Spektralbereich der Fa. Diehl BGT Defence beschrieben. Damit ein solcher Sensor einen Beitrag zur Lösung der Aufgabe leisten kann, wird eine automatische Bilddatenauswertung benötigt. Die Anforderungen an die automatische Erkennung von potentiellen Kollisionsgefahren werden erläutert. Am Ende werden Ergebnisse einer Bildverarbeitung gezeigt, welche für Daten des angesprochenen Sensors in einem experimentellen Szenarium gewonnen wurden.

## **Precise and fast measurement of dimensional parameters. Present and future potential of lasers**

*Bernd Wilhelmi*

CTB WILHELMI, Jena

Optics has contributed important innovations to measuring technology for more than 300 years, where dimensional parameters have played an important part. Early the wavelengths of atoms and ions in discharge lamps became natural etalons via interferometers, which could not only be used as sensors for length, but also for many

other physical quantities influencing the (optical) length of suitable probes. High precision measurements using, e.g., Michelson and Abbe-Fizeau interferometers, paved the way, on the one hand side to Einstein's theory of relativity and on the other hand to novel tools in workshops. Starting 5 decades ago, lasers have brought further progress in resolution, accuracy, feasibility, miniaturisation and measuring speed. Particularly, Hänsch's frequency comb helped to increase relative accuracy to about  $10^{17}$ , far beyond former boundaries. Until now, we apply only a very small part of the general potential of laser light. Nevertheless, for the next time, say 2-3 decades, the main part of laser's success in the "real world" will continue to stem from processes where laser light does not qualitatively differ from thermal light. Already this potential is enormous, but another huge part will be left for the later use, where, e.g., high order fieldstrength correlations and photon entanglement will found application in every day life via new sensors and processors.

## **Von der Sensorik zur Umwelterkennung – strategische Herausforderungen**

*Wolfgang Sinn*

IMMS GmbH, Ilmenau

Für Zukunftsfelder in den Bereichen von Verkehr (e-Mobility, Smart Traffic), Energie (Smart Grid), Automatisierung (Industrie 4.0, Smart Factory) und Gesundheit (AAL, e-Health) sind intelligente und vernetzte Systeme unverzichtbar. Basis solcher komplexen Szenarien sind Daten, die von Sensoren erfasst, zu Informationen zusammengeführt und letztlich zu dezentralen Entscheidungen beitragen. Entsprechend hoch sind die Anforderungen an die Sensorik und Messtechnik.

Ein umfassender Handlungsbedarf zur Weiterentwicklung von Sensoren über „Smart Sensors“ hin zu intelligenten Systemen für eine komplexe Umwelterkennung besteht und wird zur strategischen Herausforderung.

In diesem Beitrag werden vor allem Trends und Potenziale aufgezeigt, die sowohl Unternehmen der Zukunftsfelder als auch Sensorhersteller und Forschungseinrichtungen nutzen können, um ihre Märkte mit gemeinsamen Innovationen weiter zu entwickeln.

## **POSTER**

### **LIDAR-Sensorik in Automobilapplikationen**

*Steffi Bartl*

First Sensor AG, Berlin

LIDAR steht für „Light Detection and Ranging“ und bezeichnet ein optisches Messverfahren, bei dem mit Hilfe von Licht, meist in Form von Laserstrahlen, Abstands- und Geschwindigkeitsmessungen durchgeführt werden. Als Empfänger werden PIN-Dioden, APDs oder APD-Arrays verwendet. LIDAR-Systeme können das Fahrzeugumfeld erfassen und deshalb für Fahrerassistenzsysteme wie Adaptive Cruise Control oder Notbremsassistenten verwendet werden.

Der Vergleich mit verschiedenen anderen umfelderfassenden Technologien wie Radar, Kameras, Stereokameras, Ultraschall und PMD zeigt, dass LIDAR besonders aufgrund der sehr guten Entfernungs- und Winkelauflösung große Vorteile bei komplexeren Funktionen mit hohen Anforderungen bietet. Durch geringe Herstellungskosten eignet sich LIDAR auch für den Einsatz in Kompakt- und Kleinwagen, welche in sehr großen Stückzahlen produziert werden. In Kombination mit CMOS-Kameras können alle wichtigen Assistenzfunktionen, die einer Fahrzeugrundumsicht bedürfen, gewährleistet werden.

## **Selbstorganisierende Schichten aus Au-Nanopartikeln und organischen Linkern für sensorische Anwendungen**

*Madlin Falk, Rosemarie Dittrich, Yvonne Joseph*  
TU Bergakademie Freiberg, Freiberg

Multilagenschichtsysteme aus Au-Nanopartikeln und organischen Linkern wurden durch Layer-by-Layer-Prozessierung hergestellt. Als Linker kamen Bisdithiocarbamate, Diamine und als Vergleichssubstanzen Dithiole zum Einsatz. Die Multilagenentstehung wurde mittels Quarzmikrowaage untersucht und die Schichtdicke mit Hilfe optischer Methoden ermittelt. Es wurden Verbunde bestehend aus jeweils 16 Einzelschichten hergestellt. Die Abscheidung erfolgte auf thermisch oxidierten Si-Wafern auf einer 100nm dicken Kammelektrode. Zur elektrischen Charakterisierung wurden Strom-Spannungskennlinien bei unterschiedlichen Temperaturen, unter Umgebungsbedingungen und unter Vakuum aufgenommen. Die sensorischen Eigenschaften der Schichten zeigen sich bei der Beaufschlagung mit Gasen, wie  $\text{NH}_3$  oder mit Lösungsmitteldämpfen.

## **Miniaturisierte Spektralsensoren zur LED-Lichtsteuerung, Analytik und Qualitätssicherung**

*Fred Grunert*  
MAZeT, Jena

Der Wunsch zur objektiven Bewertung von Farben kommt in vielen Lebensbereichen des Menschen zum Tragen. Von der industriellen Qualitätskontrolle über die Lichtsteuerung bis hin zur Medizin sind wir täglich mit der Aufgabe konfrontiert, die Farbe von Gegenständen zu bewerten.

Miniaturisierte Farb- und Spektralsensoren ermöglichen aufgrund ihrer Baugröße, des Preises und ihrer konstruktiv bedingten Eigenschaften das Vordringen in Anwendungsbereiche, für die am Markt bisher verfügbare Farbsensoren auf Basis von Spektrometern oder mit klassischen Absorptionsfiltern versehene Sensoren unzureichend geeignet waren und sind.

Die Einführung des LED-Lichtes eröffnete zusätzliche Anwendungen, in denen exakte Farbmessung die unerwünschte Nebeneffekte der LEDs kompensieren hilft.

## **Ansätze zur industriellen Prozessintegration von Metall-Nanopartikel-Komposit-Sensoren**

*Frederic Güth, Madlin Falk, Yvonne. Joseph, Rosemarie Dittrich*  
TU Bergakademie Freiberg, Freiberg

Dünne Schichten aus Metallnanopartikel-Kompositen sind vielversprechende Kandidaten für hochempfindliche Sensoren. Mittels spin coating abgeschiedene Layer-by-Layer-Beschichtungen von Multilag aus Au-Nanopartikeln und organischen Linkern bilden die Grundlage unserer Untersuchungen und dienen gleichzeitig als Vergleichsmaterial. Auf interdigitalen Elektroden, die unter Verwendung halbleitertechnologischer Prozesse hergestellt wurden, erfolgte eine schichtweise, teilautomatisierte Abscheidung der Multilagverbunde. Die Proben wurden mittels UV-VIS-Spektroskopie, XPS, AFM und REM analysiert. Der Einfluss der verwendeten Materialien auf die elektrischen Eigenschaften wurde über I/V-Messungen und die Bestimmung des Flächenwiderstandes untersucht.

## **High precision (ppb) gas analytics in real-time with quantum cascade laser systems**

*Marko Häckel, Henrik Zimmermann*  
NEOPLAS CONTROL GmbH, Greifswald

Ursprünglich für die Grundlagenforschung (Plasmaphysik) entwickelt, ist die optische Gasanalyse und Prozesskontrolle mittels Quantenkaskadenlaser-Absorptionsspektroskopie (QCLAS) mittlerweile auch für industrielle Umgebungen geeignet. Typische Anwendungsfelder für QCLAS-basierte Sensorsysteme können Prozesskontrolle und -steuerung in der Beschichtung, in Ätzprozessen oder in der Synthesechemie sein. Daneben eignet sich die Gaskontrolle mit QCL aber auch für hochempfindliche Spurengasmessungen in Abgasen bzw. der Abluft (Umweltmonitoring, Energieerzeugung etc.), in der medizinischen Diagnostik mittels Atemgasanalytik oder in der Sicherheitstechnik für die schnelle Detektion hochtoxischer Substanzen.

Mit Hilfe von QCL kann die Konzentration von Spuren- oder Prozessgasen kontinuierlich, hochpräzise und schnell bestimmt werden. Quantenkaskadenlaser sind schmalbandige Strahlungsquellen im mittleren Infrarotbereich (3-20  $\mu\text{m}$ ). Dieser spektrale Bereich hat den großen Vorteil, dass einige Analyten ausschließlich dort und zudem viel stärker absorbieren als in anderen Bereichen. Im Vergleich zu herkömmlichen Verfahren im nahen Infrarot-Spektralbereich ergibt sich dadurch eine signifikante Steigerung in der Nachweisempfindlichkeit. Einige chemische Komponenten können sogar nur im mittleren Infrarot gemessen werden.

- hohe Nachweisempfindlichkeit bis zu parts per billion
- niedrige Querempfindlichkeiten gegenüber messfremden Molekülen
- parallele Messung mehrerer Moleküle
- berührungslose, nicht-invasive und kontinuierliche Messung
- Daten in Echtzeit verfügbar
- selbstkalibrierend
- sowohl in-situ (inline) als auch extraktive (Bypass-)Messung möglich
- zuverlässig auch bei anspruchsvollen Messbedingungen: Hitze, Staub, Druck...

- Quantenkaskadenlaser arbeiten bei Raumtemperatur, keine Stickstoffkühlung notwendig
- gängige und kompatible Steuerungs- und Analysesoftware

## **Von der Idee zum Produkt – CMOS- und MEMS-Packaging in der Serienfertigung**

<sup>1</sup>Steffen Heinz, <sup>1</sup>Marco Neubert, <sup>1</sup>Markus Boll, <sup>2</sup>Paul Dietmar Gabriel, <sup>2</sup>Arthur Rönsch, <sup>2</sup>Christian Groß, <sup>3</sup>Gisbert Hölzer

<sup>1</sup> EDC Electronic Design Chemnitz GmbH, Chemnitz

<sup>2</sup> TURCK doutec GmbH, Beierfeld

<sup>3</sup> X-FAB Semiconductor Foundries AG, Erfurt

Die Umsetzung innovativer Ideen in serienreife Produkte erfordert eine intensive Kooperation von Forschung und Industrie.

Beispielgebend kann das Verbundprojekt „SmartFilter“ betrachtet werden. Als industrieller Entwicklungs- und Fertigungspartner verantwortet TURCK doutec die Aufbau- und Verbindungstechnik. Schwerpunkte sind u.a.:

Verbindungstechnik. Schwerpunkte sind u.a.:

- Konzipierung und Umsetzung geeigneter Packaging-Lösungen unter Berücksichtigung des geforderten Formfaktors, der Funktionalität und der Einsatzbedingungen
- Sicherstellen der Funktionalität durch Verifizierung der ausgewählten Technologien, Komponenten und Materialien
- Fertigung von Demonstratoren bis zu Prototypen
- Entwicklung und Herstellung eines speziell abgestimmten RFID-Transceiver
- Auswahl von Teststrategien und Testumgebung
- Aufbau der finalen MEMS-Module zur Charakterisierung des Systems

Realisiert werden diese Aufgaben mit einer Vielzahl modernster Fertigungstechnologien.

## **Development and characterization of a high precision vibratory MEMS gyroscope system with low-noise integrated readout and control electronics**

<sup>1</sup>Daniel Köhler, <sup>3</sup>Karla Hiller, <sup>2</sup>Roman Forke, <sup>1</sup>Stefan Konietzka, <sup>1</sup>Alexander Pohle,

<sup>2</sup>Detlef Billep, <sup>1</sup>Steffen Heinz, <sup>1</sup>André Lange

<sup>1</sup> EDC Electronic Design Chemnitz GmbH, Chemnitz

<sup>2</sup> Fraunhofer ENAS, Chemnitz

<sup>3</sup> TU Chemnitz, Chemnitz

In today's modern equipment's and devices various microelectromechanical systems (MEMS) in combination with specific electronics for readout and control are used. Lower cost as well as improved technologies, reliability and performance enable a strong growth in the number of applications in this field. In addition there are advantages with respect to traditional sensor systems in terms of lower energy consumption and space requirements which allow measurements very close to the point of interest. MEMS gyroscopes for a precise measurement of angular rates in a

range of  $^{\circ}/h$  up to  $^{\circ}/s$  have high requirements regarding the capabilities of the electronic system components for readout, control and calibration.

In this work a MEMS vibratory gyroscope fabricated with a high aspect ratio technology (25:1) and high quality factor ( $Q > 90,000$ ) in combination with an ASIC for low noise integrated readout ( $0.4\mu V/ \text{rtHz}$ ), control and compensation electronics will be introduced. The development of the sensor system focuses on a very symmetric design of the mechanical element as well as of the electronics excitation and detection to be able to detect capacitance changes of few aF. The electronic system is designed with identical readout chains for sense and drive using a continuous time capacitance to voltage conversion and a  $\Sigma\Delta$  low-pass modulator for 16 bit analog-to-digital conversion. The angular rate sensitivity is  $0.7\text{mV}/ (^{\circ}/s)$  at the first analog stage.

The Allan variance is used to determine the bias stability and the angle random walk of the gyro system. Although we are in an early stage of the implantation we achieved remarkable results with this open loop system with a bias stability of less than  $5^{\circ}/h$  and a wide measurement range  $0.03- 500 ^{\circ}/s$ .

## **Energy harvesting for sensor systems**

*Wouter Linnemans*

Linear Technology GmbH, München

Energieerzeugung bzw. -Wandlung aus folgenden Quellen:

- Vibration (Piezo, induktiv) bis  $20\text{Vin}$
- Photovoltaik (Solar) ab  $300\text{mVin}$  mit Maximum Power Point Tracking
- Thermisch (TEC, TEG, Thermopiles, Thermocouples) ab  $20\text{mVin}$

Mit einer hohen Effizienz können hiermit „brauchbare“ Spannungen für herkömmliche Elektronik erzeugt und/oder Batterien sowie auch (Super-) Kapazitäten geladen werden, um damit autarke Systeme ohne zusätzliche Energiequelle versorgen zu können.

## **Low power, high-reliable wireless mesh networks for sensor applications**

*Wouter Linnemans*

Linear Technology GmbH, München

Eine Komplett-Lösung (Hardware & Firm- bzw. Software) für sehr robuste skalierbare drahtlose Netzwerke mit sehr geringem Eigenenergiebedarf. Die selbstentwickelte SmartMesh Technologie basiert auf einem intelligenten zeitsynchronisierten Frequency-Hopping-Konzept, wobei jeder Teilnehmer gleichzeitig als Router arbeiten kann. Zusätzlich sind Algorithmen für die Eigenorganisation bzw. das Management integriert wie:

- selbst-organisierend, -reparierend und –aufrechterhaltend
- Unterstützung für dynamische Bandbreite, Lastverteilung und -Optimierung
- Netzwerkmanagement und -Konfiguration
- kollisionsfreie Datenübertragung
- skalierbar für große, verschachtelte Netzwerke mit hoher Teilnehmerdichte
- ultraniedriger Energieverbrauch
- deterministisches Energie-Management und –Optimierung

Zielapplikationen sind drahtlose Sensoren jeglicher Art mit geringen Datenübertragungsraten für z.B. grüne Rechenzentren, Industrie- und Gebäude-Automation, Überwachung von Energieanlagen, usw.

## **Design requirements for medical sensor systems**

*<sup>1</sup>Andreas Scade, <sup>2</sup>Andreas Laute, <sup>1</sup>Eberhard Fügert*

<sup>1</sup>Anvo-Systems-Dresden GmbH, Dresden

<sup>2</sup>Melexis AG, Erfurt

Mikroelektronische Systeme dringen immer tiefer auch in die Medizintechnik zur Verbesserung der Lebensqualität des Menschen und zur Überwachung einer Vielzahl medizinischer Funktionen ein. Neben externen Mikrosystemen wie Hearing Aids erhalten insbesondere Systeme, die implantiert werden sollen, eine wachsende Bedeutung. Außerdem gewinnt die Flexibilisierung durch Programmierbarkeit dieser Systeme immer größere Bedeutung. Diese Forderung erzwingt auch bei Mikrosystemen für den medizinischen Einsatz die Nutzung nichtflüchtiger Speicher.

Eine verbreitete Möglichkeit die notwendige Keimfreiheit und Sterilität bei diesen Systemen zu gewährleisten, wird durch Bestrahlung mit extrem hohen Strahlungsdosen von Gamma Strahlung erreicht. Hierbei kommt Strahlung von Cobalt-60 Isotopen mit einer Dosis von 25 bis 40 kGy zum Einsatz.

Diese Strahlung führt neben der vollständigen Sterilisation auch zum Löschen der nichtflüchtigen Speicher, wie es in der Vergangenheit zum UV Löschen von EEPROMs genutzt wurde. Außerdem werden Schaltkreise, die mit diversen Halbleitertechnologien gefertigt werden irreversibel durch die hohe kumulative Strahlungsbelastung zerstört.

Im Poster wird aufgezeigt, daß der Anvo-Systems AP018 Halbleiterprozeß, der bei XFAB gefertigt wird, voll funktionsfähiges Silizium liefert, bei dem die nichtflüchtigen Speicher zwar gelöscht werden, aber mit geringer Energie im Feld wieder programmiert werden können und somit geeignet für den Einsatz in Mikrosystemen für Implantate in der Medizintechnik sind.

## **Neue Speckle- und OCT Verfahren für Biologie und Medizin**

*<sup>1</sup>Jürgen Schreiber, <sup>2</sup>Rainer Riesenberg, <sup>1</sup>Björn Fischer und <sup>1</sup>Christian Wolf*

<sup>1</sup>FhG-IZFP, Dresden

<sup>2</sup>IPHT, Jena

Von einer optischen Sensorik erwartet man heute ein schnelles, berührungsloses Messverfahren, das robust und einfach zu handhaben ist. Diesen Einsatz-Anforderungen werden vor allem die Speckle-Korrelationstechniken gerecht. Aus der Analyse der Nahfeld-Speckle-Bilder kann man relevante Informationen über die Objekte ableiten, die bei kohärenter Beleuchtung in Reflexion oder auch Transmission die Speckle erzeugen. Das betrifft z.B. die Rauigkeit und die fraktale Dimension von Oberflächentopographien, die Größe und Paarverteilungsfunktion von zufällig verteilten streuenden Teilchen. Ebenfalls kann man die Dynamik von Teilchen in fluiden Medien und von kollektiven Strukturveränderungen in Geweben quantitativ bewerten. Beispiele für verschiedene biomedizinische Anwendungen dieser Technik werden in der Präsentation vorgestellt. Dabei werden auch neuartige Konzepte diskutiert, die

Speckle-Technik in kompakte Sensorsysteme zu integrieren. Darüber hinaus wird auf die Optische Kohärenztomographie (OCT) eingegangen, die in den letzten Jahren eine zunehmende Verbreitung findet. Beispiele für die Anwendung in der Zahndiagnostik und den Einsatz zur Materialprüfung werden angeführt. Schließlich wird gezeigt, wie die Kombination von Speckle-Technik und OCT nichtinvasive Blutuntersuchungen ermöglichen könnte.

## **Cyber-Physical Systeme brauchen smarte Sensor ICs**

*Stefan Schubert*

PE-Design, Kesselsdorf

Edward A. Lee, UC, Berkeley, eine anerkannte Kapazität im Bereich der Cyber-Physical Systems (CPS) sagt:

“CPS sind Integrationen von Berechnung und Physikalischen Prozessen. Eingebettete Computer und Netzwerke überwachen und kontrollieren physikalische Prozesse, typischer Weise mit Regelschleifen, wo physikalische Prozesse die Berechnung beeinflussen und umgekehrt.“

Er stellt weiter fest, dass CPS nicht vorhersagbar sind, nicht in einer kontrollierten Umgebung arbeiten und robust sein müssen gegen unerwartete Ereignisse. Ohne viel mehr Zuverlässigkeit als heute üblich werden CPS niemals in Verkehrskontrollsysteme, Automobile oder ins Gesundheitssystem finden. Beim FHG SIT liest man dazu: „Der Begriff Cyber-Physical Systems umfasst verschiedene mobile und eingebettete Geräte wie RFIDs, Sensorknoten und Smartphones, die computertechnische und physikalische Aspekte kombinieren.“

Deshalb werden CPS sehr viele Sensoren haben, die alle Daten an eine zentrale Recheneinheit liefern. Nach heutigen Maßstäben müsste diese Recheneinheit alle Informationen verarbeiten. Dazu ist sie nicht in der Lage. Daher brauchen alle Sensoren eines CPS zukünftig viel mehr Intelligenz, als

heute verfügbar. Es muss eine drastische Datenvorverarbeitung, eine Datenreduktion im Sensor erfolgen, in deren Ergebnis bestimmte Aktoren ohne Eingriff des Zentralrechners aktiviert werden können. All diese Anforderungen benötigen Integrierte Schaltkreise und noch viel spezieller ASICs. Anhand etlicher Beispiele wird im Vortrag deutlich, wie viel Intelligenz heute schon in diesen ASICs steckt, wie sie in CPS benötigt wird.

## **Monitoring diagnostischer Biomarker mittels chipbasierter Analysetechniken**

<sup>1,2</sup>Carolin Steinbrücker, <sup>2</sup>Christine Steinbach, <sup>1,2</sup>Karina Weber, <sup>1,2</sup>Jürgen Popp

<sup>1</sup> Friedrich-Schiller-Universität Jena

<sup>2</sup> IPHT, Jena

Durch Mutation veränderte Gene spielen in der Pathogenese von Krebs eine bedeutende Rolle, somit bilden Mutationsanalysen die Grundlage der personalisierten Krebsmedizin. Aufbauend auf einer chipbasierten Detektionsplattform wird ein innovatives Verfahren zur simultanen und kostengünstigen Detektion Patientenrelevanter Biomarker vorgestellt. Hierzu werden spezifische DNA-Fänger-Moleküle auf einer Oberfläche immobilisiert, mit dem Probenmaterial inkubiert und eine

Hybridisierung durch enzymatisch-generierte Silbernanopartikel angezeigt. Diese Silberabscheidung kann sowohl elektrisch als auch optisch detektiert werden. Integriert in eine mikrofluidische Plattform wird somit ein modulares Analyse-System für eine zielgerichtete, schnelle und kostengünstige molekulare Diagnostik erforscht.

## **Funkabdeckungstests mit Sensor-Funkmodulen**

*Andreas Wolf,*

Dr. Wolf Wireless GmbH, Berlin

PSSS (Parallel Sequence Spread Spectrum) [1] technology is the basis for the PHY of the new IEEE802.15.4-2006 standard with the enhancement of the data rate from 20 kbps to 250 kbps for the European area. Robustness against multipath fading and interference is also enhanced and makes the sub 1 GHz PHY highly attractive. Compared to 2.4GHz solutions there is lower attenuation in the transmission path. The coverage of RF modules of different vendors is compared in an urban environment to the coverage of PSSS based RF modules for WSN (Wireless Sensor Networks).

\* \* \*