

■ Titel

## Ein Container voller Energie



Im Inneren des 20-Fuß-Stahlcontainers am Fraunhofer IISB befindet sich Wasserstoff-Technologie zum Ein- und Auspeichern elektrischer Energie im großen Maßstab. Im Rahmen des Leistungszentrums Elektroniksysteme LZE wird erforscht, wie ein solcher Energiespeicher zur sicheren und sauberen Versorgung von Industriebetrieben und größeren Gebäudekomplexen beitragen kann. »» Seite 3

© Kurt Fuchs / Fraunhofer IISB

■ Aus den Instituten

## Intelligente Energieversorgung für Smarte Objekte

Smarte Objekte, die im Internet of Things kommunizieren und interagieren, müssen energieautark sein, um über einen möglichst langen Zeitraum arbeiten zu können. Im EU-Projekt »EnSO« arbeiten 39 Partner aus acht Ländern an neuen Lösungen für eine intelligente Energieversorgung.

»» Seite 8

■ Kurz berichtet

## Hochautomatisiertes Fahren bei jedem Wetter

»» Seite 13

■ Splitter

## Kommunikation über die Grenzen der 5G-Netze hinaus

»» Seite 18

■ Aus den Instituten

## Kieferorthopädische Untersuchungen ohne Röntgenstrahlung

Forschenden des Fraunhofer IIS und des Universitätsklinikums Erlangen ist es gelungen, die Magnetresonanztomographie (MRT) in der Kieferorthopädie erfolgreich einzusetzen.

»» Seite 9

■ Kurz berichtet

## Kamerakomponenten für den leistungsstärksten Röntgenlaser

»» Seite 15

■ Das letzte Wort ...

## ... hat Dr. Stephan Guttowski von der FMD

»» Seite 20



Auf dem MST-Kongress und der productronica stellte der Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik neueste Entwicklungen vor.

© Fraunhofer Mikroelektronik / Bernd Müller » Seite 4



Unser Wandkalender 2018 ist da!

© Fraunhofer Mikroelektronik / Christhard Landgraf » Seite 5

■ Inhalt:

Veranstaltungskalender	Seite 2
Titel	Seite 3
Aus der Forschungsfabrik	Seite 4
Aus den Instituten	Seite 6
Kurz berichtet	Seite 12
Splitter	Seite 18
Perspektive	Seite 19
Impressum	Seite 19



Datum	Veranstung / WWW	Ort	Beteiligte Institute
09.01. – 12.01.	CES 2018 <a href="http://www.ces.tech">www.ces.tech</a>	Las Vegas, USA	IIS
16.01 – 18.01.	EUROGUSS 2018 <a href="http://www.euroguss.de">www.euroguss.de</a>	Nürnberg	IIS / EZRT, IZFP
27.01. – 01.02.	SPIE Photonics West <a href="http://www.spie.org/conferences-and-exhibitions/photonics-west">www.spie.org/conferences-and-exhibitions/photonics-west</a>	San Francisco, USA	Verbund-institute
01.02. – 02.02.	Umgebungserfassende Radarsensorik <a href="http://www.izm.fraunhofer.de/de/news_events/events/t_2.html">www.izm.fraunhofer.de/de/news_events/events/t_2.html</a>	Berlin	IZM
20.02. – 22.02.	ICIN 2018 <a href="http://www.icin-conference.org">www.icin-conference.org</a>	Paris, Frankreich	FOKUS
26.02. – 01.03.	Call Center World 2018 <a href="http://www.ccw.eu">www.ccw.eu</a>	Berlin	IDMT
26.02. – 01.03.	Mobile World Congress 2018 <a href="http://www.mobileworldcongress.com">www.mobileworldcongress.com</a>	Barcelona, Spanien	HHI, IIS
27.02. – 01.03.	Embedded World 2018 <a href="http://www.embedded-world.de">www.embedded-world.de</a>	Nürnberg	Verbund-institute
05.03. – 07.03.	Munich Satellite Navigation Summit <a href="http://www.munich-satellite-navigation-summit.org">www.munich-satellite-navigation-summit.org</a>	München	IIS
11.03. – 15.03.	OFC – The Optical Networking and Communication Conference & Exhibition <a href="http://www.ofcconference.org">www.ofcconference.org</a>	San Diego, USA	HHI, IPMS
12.03. – 14.03.	GeMiC 2018 – German Microwave Conference <a href="http://www.gemic2018.de">www.gemic2018.de</a>	Freiburg	IAF
13.03. – 15.03.	LOPEC 2018 <a href="http://www.lopec.com">www.lopec.com</a>	München	IKTS
13.03. – 15.03.	LogiMAT 2018 <a href="http://www.logimat-messe.de">www.logimat-messe.de</a>	Stuttgart	IPMS, IIS / SCS
14.03. – 16.03.	SEMICON China 2018 <a href="http://www.semiconchina.org">www.semiconchina.org</a>	Shanghai, China	ENAS
10.04. – 12.04.	Hot & Cold Rolling Day <a href="http://www.rolling-day.com">www.rolling-day.com</a>	Kalkutta, Indien	IZFP
11.04. – 12.04.	Smart Systems Integration 2018 <a href="http://www.mesago.de/de/SSI/home.htm">www.mesago.de/de/SSI/home.htm</a>	Dresden	ENAS, IZM
18.04. – 19.04.	12. ITG-Fachkonferenz <a href="http://www.hhi.fraunhofer.de/veranstaltungen/2018/12-itg-fachkonferenz-2018.html">www.hhi.fraunhofer.de/veranstaltungen/2018/12-itg-fachkonferenz-2018.html</a>	Berlin	HHI

Trotz sorgfältiger Prüfung kann keine Gewähr für die Richtigkeit der Angaben übernommen werden.



Mitarbeiter des LZE-Projekts diskutieren den kompakten verfahrenstechnischen Aufbau des innovativen Energiespeichersystems.  
© Kurt Fuchs / Fraunhofer IISB

### Über das Leistungszentrum Elektroniksysteme (LZE):

Das Leistungszentrum Elektroniksysteme ist eine gemeinsame Initiative der Fraunhofer-Gesellschaft, ihrer Institute IIS und IISB und der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU), zusammen mit weiteren außeruniversitären Forschungseinrichtungen sowie assoziierten Partnern aus der Industrie. Das Leistungszentrum fußt auf der langjährigen intensiven Zusammenarbeit zwischen den Fraunhofer-Instituten und der FAU sowie der einzigartigen Konzentration von Forschung und Industrie im Bereich der Elektroniksysteme am Standort Nürnberg-Erlangen-Fürth. Die Pilotphase des Leistungszentrums Elektroniksysteme wurde im Januar 2015 gestartet und wird vom Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie gefördert.

#### ■ Kontakt:

Johannes Geiling  
Telefon +49 9131 761-488  
johannes.geiling@iisb.fraunhofer.de  
Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme und Bauelemententechnologie IISB  
Schottkystraße 10  
91058 Erlangen  
www.iisb.fraunhofer.de

Das Innere des neuartigen Containers ermöglicht die effiziente Verstromung und Produktion von Wasserstoff.

© Kurt Fuchs / Fraunhofer IISB

## Ein Container voller Energie

Etwas eng geht es schon zu, wenn man den 20-Fuß-Stahlcontainer am Fraunhofer IISB betritt. Im Inneren befindet sich Wasserstoff-Technologie zum Ein- und Ausspeichern elektrischer Energie im großen Maßstab. Im Rahmen des Leistungszentrums Elektroniksysteme LZE wird erforscht, wie ein solcher Energiespeicher zur sicheren und sauberen Versorgung von Industriebetrieben und größeren Gebäudekomplexen beitragen kann.

### Energiespeicherung mit LOHC-Technologie

Chemische Hydride sind eine Möglichkeit, um überschüssige Energie, beispielsweise aus lokalen Photovoltaikanlagen, über längere Zeiträume sicher zu speichern und für energieintensive Anlagen nutzbar zu machen.

Das LZE-Pilotprojekt »DC-Backbone mit Strom-Gas-Kopplung« greift dazu auf einen flüssigen organischen Wasserstoffträger, genannt LOHC (Liquid Organic Hydrogen Carrier), zurück. Dieser ermöglicht es, große Mengen an elektrolytisch erzeugtem Wasserstoff zu speichern und unter üblichen Umgebungsbedingungen für Druck und Temperatur sicher zu lagern. Um aus dem gespeicherten Wasserstoff wieder Strom zu erzeugen, wird eine PEM-Brennstoffzelle (PEM: Proton Exchange Membrane) eingesetzt. Durch die PEM-Technologie ist die Brennstoffzelle innerhalb weniger Minuten betriebsbereit, was z. B. wichtig für den Ausgleich von Lastspitzen ist. Der Trägerstoff wird bei der Ein- und Ausspeicherung von Wasserstoff nicht verbraucht und kann potenziell über mehrere hundert Zyklen verwendet werden. Mit dem aktuellen Prototyp ließe sich genug Energie speichern, um den Strombedarf eines kleineren Industriebetriebs über mehrere Stunden zu decken.

Über zusätzliche Tankbehälter lässt sich die gespeicherte Energiemenge leicht um ein Vielfaches erhöhen.

»Nur durch disziplinübergreifende Zusammenarbeit lässt sich unser Forschungsprojekt erfolgreich stemmen«, erklärt der stellvertretende Projektleiter Michael Steinberger. Das notwendige Know-how zur LOHC-Technik trägt der Lehrstuhl für Chemische Reaktionstechnik der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg bei; das Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS unterstützt bei der Steuerungstechnik.

### Forschungsfragen und Ziele

Mit der neuen Forschungsanlage wollen die Forschenden verschiedenen Fragen auf den Grund gehen: Wie können mit einem LOHC-basierten Energiespeichersystem schwankende Energieerzeugungsverläufe nachgefahren werden? Wie lassen sich derartige Systeme kompakt in einen einzelnen Container integrieren? Und wie lässt sich eine solche Anlage effizient in industrielle Energienetze einbinden? Mit der richtigen Betriebsstrategie wird es das LOHC-System ermöglichen, erneuerbare Energien im großen Maßstab in industrielle Energiesysteme einzubinden und dabei die Versorgungssicherheit zu gewährleisten.





## Die Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland auf der productronica 2017

Mit rund 1200 Ausstellern aus 42 Ländern ist die productronica in München die Weltleitmesse für die Entwicklung und Fertigung von Elektronik. Vom 14. bis 17. November präsentierten zwölf Fraunhofer-Institute gemeinsam mit ihren Kooperationspartnern ihre Forschungs- und Entwicklungsergebnisse auf der Messe. Außerdem hatten die Besucherinnen und Besucher die Möglichkeit, die Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD) mit neuesten Forschungsergebnissen live zu erleben.

Eine besondere Gelegenheit dafür bot das Kunden- und Presseevent »Industry meets FMD« am zweiten Messttag. Prof. Hubert Lakner, Vorsitzender des Fraunhofer-Verbunds Mikroelektronik und Prof. Bernd Tillack, Wissenschaftlich-Technischer Geschäftsführer des Leibniz-Instituts für innovative Mikroelektronik (IHP), stellten das neue Kooperationsmodell der deutschen Mikroelektronik-Forschung vor. Zudem beantworteten die vier Technologieparkmanager – die zentralen Ansprechpartner der FMD – Fragen rund

um die Organisation und das Leistungsangebot dieser neuen Technologietools.

Auf dem Gemeinschaftsstand informierten die Fraunhofer- und Leibniz-Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler über zukunftsweisende Themen. So stellte beispielsweise das Fraunhofer IAF aus Freiburg die ersten Forschungsergebnisse im Rahmen des EU-Projekts TERRANOVA vor. Bis Ende 2019 arbeitet das TERRANOVA-Team am über nächsten Mobilfunkstandard 6G (mehr Informationen dazu auf Seite 18).

Auf der productronica 2017 präsentierten sich am Fraunhofer-Gemeinschaftsstand 12 Mitglieder des Verbunds Mikroelektronik und Teilnehmer der Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland – die Fraunhofer EMFT, das Fraunhofer IAF, ENAS, FHR, IISB, IMS, IMWS, IPMS, ISIT, IZM, das Ferdinand-Braun-Institut, Leibniz-Institut für Höchstfrequenztechnik (FBH) und das Leibniz-Institut für innovative Mikroelektronik (IHP) – sowie die beiden Fraunhofer-Institute ILT und IPT.

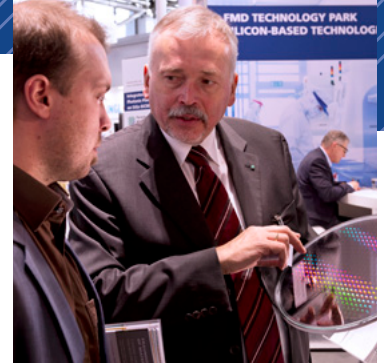
## MikroSystemTechnik Kongress 2017



Vom 23. bis 25. Oktober hatten die Besucherinnen und Besucher des MikroSystemTechnik-Kongresses in Unterschleißheim bei München die Möglichkeit, gleich sechs Fraunhofer-Institute aus dem Verbund Mikroelektronik in der Technologieausstellung zu treffen. Mit Exponaten auf einem Gemeinschaftsstand präsentierten sich Fraunhofer EMFT, ENAS, IMS, IPMS, ISIT und IZM zum ersten Mal im Rahmen des in diesem Jahr gestarteten standortübergreifenden Technologiepools »Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland«.

Über das Potenzial von Fraunhofer-Forschung auf dem Gebiet der Elektronik- und Mikrosysteme berichteten die Kolleginnen und Kollegen außerdem in zahlreichen Vorträgen und Poster-Ausstellungen. Durch das dreitägige Programm leitete Prof. Christoph Kutter, Institutsleiter der Fraunhofer EMFT. In zwei Jahren findet der 8. MST Kongress in Berlin statt. Die Kongressleitung übernimmt dann Prof. Klaus-Dieter Lang, Institutsleiter des Fraunhofer IZM.

© Fraunhofer Mikroelektronik / A. Zaludaite



© Fraunhofer Mikroelektronik / Bernd Müller

### ■ Kontakt (beide Artikel):

Akvile Zaludaite  
Telefon +49 30 688 3759-6101  
akvile.zaludaite@  
mikroelektronik.fraunhofer.de  
Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik  
Anna-Louisa-Karsch-Straße 2  
10178 Berlin  
www.mikroelektronik.fraunhofer.de



Die FMD ist in vier standortübergreifenden Technologieparks organisiert. © Fraunhofer Mikroelektronik

#### ■ Kontakt:

Akvile Zaludaite  
Telefon +49 30 688 3759-6101  
akvile.zaludaite@  
mikroelektronik.fraunhofer.de  
Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik  
Anna-Louisa-Karsch-Straße 2  
10178 Berlin  
www.mikroelektronik.fraunhofer.de

## Unser Wandkalender 2018 ist da!

Echtzeit-Kommunikationstechnologien? Industrie 4.0? Intelligente Mobilität und intelligentes Wohnen? Ohne Mikro- und Nanoelektronik wäre all das nicht denkbar. Ein neuer starker Treiber für leistungsstarke Elektronik wird die »Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland« (FMD) sein. In der FMD führen elf Fraunhofer-Institute des Verbunds Mikroelektronik und die Leibniz-Institute FBH und IHP ihre Forschungsausstattung in einem gemeinsamen virtuellen Technologiepool zusammen und erneuern diese mit Unterstützung des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF). Hier werden technologische Prozesse gemeinsam erforscht und den Kunden entlang der kompletten Innovationskette aus einer Hand angeboten.

Unser Wandkalender 2018 steht ganz im Zeichen dieser im April 2017 ins Leben geru-



© Fraunhofer Mikroelektronik / Christhard Landgraf

fenen einzigartigen Kooperation der deutschen Mikroelektronikforschung und kann kostenlos im Format DIN A1 bestellt werden unter [www.mikroelektronik.fraunhofer.de](http://www.mikroelektronik.fraunhofer.de).

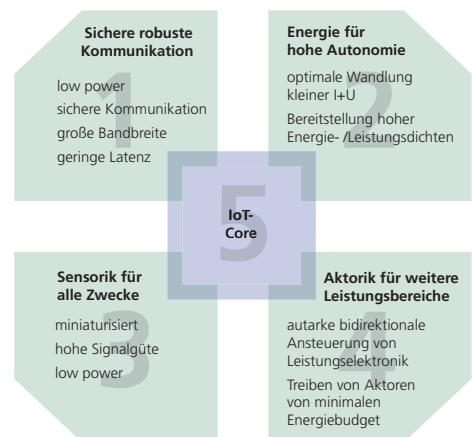
## ZEPOWEL – Towards Zero Power Electronics

Mitte November ging das Fraunhofer Leitprojekt »ZEPOWEL – Towards Zero Power Electronics« mit einer Kick-off Veranstaltung in Berlin an den Start. Ziel des Projekts ist es, gemeinsam eine Plattform zu schaffen, die eine Kombination aus verschiedenen Bauteilen bietet, aus denen sich das Internet der Dinge zusammensetzt. Das Neue daran: Es soll ein Baukasten für die Erstellung von Sensor-Netzwerken erarbeitet werden, in dem die einzelnen Komponenten besonders ressourcen- und energieschonend sind. Nur so sind die Anforderungen, welche sich aufgrund der stark steigenden Anzahl an Devices im Einsatzfeld ergeben, erreichbar.

Um dies zu realisieren, wird auf der Ebene jeder einzelnen Komponente innerhalb der Netzwerke angesetzt. Das bedeutet, dass beispielsweise an den Bauteilen wie Funk-Transceiver, Sensoren und dem Energiespeicher gearbeitet und geforscht wird. Durch das Verringern des Energiebedarfs im Kleinen soll der Energie- und Ressourcenbedarf des Systems im Allgemeinen minimiert werden.

Die Schonung von Ressourcen ist schon heute ein wichtiges Thema und wird es auch für die Zukunft sein. Hier setzt ZEPOWEL an. Das Projekt fällt damit in verschiedene Forschungsfelder innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft; wie beispielsweise

»Energie und Rohstoffe«, »Gesundheit und Umwelt« und »Schutz und Sicherheit«. Dies spiegelt sich auch in der Projektorganisation wieder. Nur durch eine institutsübergreifende Zusammenarbeit kann ein optimales Ergebnis erzielt werden. Deshalb wird das Projekt im Technologiepark »Heterointegration« der standortübergreifenden »Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland« koordiniert.



Ziel war es, in den dargestellten fünf Funktionsblöcken, Zielmärkte für das Projekt zu erarbeiten, um ein attraktives Angebot für die Kundinnen und Kunden aufzubauen.

© Fraunhofer Mikroelektronik

#### ■ Kontakt:

Jan Hefer  
Telefon +49 3 4643-141  
jan.hefer@izm.fraunhofer.de  
Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit  
und Mikrointegration IZM  
Gustav-Meyer-Allee 25  
13355 Berlin  
www.izm.fraunhofer.de

## Mehr Prozessorleistung mit Mikrokanal- kühlern

Im Rahmen des Projekts »CarriCool« haben Fraunhofer-Forschende eine neue, effektive Kühlmethode entwickelt: Durch die Integration von Mikrokanälen in den Silizium-Interposer ist es erstmals möglich, Hochleistungsprozessoren auch von der Unterseite her zu kühlen. Zusätzlich integrierten die Wissenschaftler passive Bauelemente für Voltageregulatoren, photonische ICs und optische Wellenleiter in den Interposer.

Wird ein Prozessor zu heiß, drosselt er Taktfrequenz und Betriebsspannung. Dadurch sinkt die Rechengeschwindigkeit oder der Prozessor schaltet sich ganz ab, um CPU und Mainboard vor Hitzeschäden zu schützen. Effektive Kühlung ist daher ein wichtiger Faktor für die Rechenleistung. Bisher übernehmen das meist Kühlkörper, die die Hitze von den Prozessoren ableiten. Gleichzeitig werden die wärmeempfindlichen Bauteile von oben mit Lüftern gekühlt. Ein Forscherteam vom Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM in Berlin und Dresden hat nun im Rahmen des Projekts CarriCool unter der Federführung von IBM ein flüssigkeitsbasiertes Kühlsystem entwickelt, das Mikrochips sowohl von der Oberseite als auch von der Unterseite kühlt. Dafür werden in den Silizium-Interposer, der sich zwischen Prozessor und Leiterplatte befindet, Mikrokanalstrukturen mit hermetisch versiegelten Durchgangskontakten eingebaut. Durch die Mikrokanäle wird dann Kühlmittel gepumpt, das die Wärme vom Prozessor abtransportiert. Diese im Vergleich zu herkömmlichen Lösungen deutlich effektivere Kühlung steigert die Prozessorleistung nachweislich.

### Kühlung nah am Rechnerkern

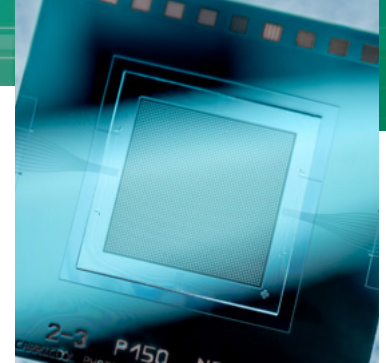
Die besondere Herausforderung war es nicht nur, die kleinen Kanäle in den Interposer einzubauen, sondern diese auch abzudichten und so von den elektrischen Bahnen zu trennen. Die Lösung der Forschenden: Der Interposer wird aus zwei Silizium-Platten gefertigt. In diese werden sowohl die horizontal verlaufenden Kühlkanäle als auch die vertikal verlaufenden Kanäle für die elektrischen Leitungen komplementär eingearbeitet. Um einen Kontakt des Wassers mit den elektrischen Durchkontaktierungen auszuschließen, wird jeder einzelne Kontakt speziell versiegelt. Bislang kamen die Kühlstrukturen gar nicht so nah an den Rechnerkern selbst ran. Je näher sich die Kühlung aber an der Hitzequelle befindet, desto effektiver die Kühlung. Gerade beim High Performance

Computing mit immer höheren Datenraten wird diese Thematik noch einmal an Bedeutung gewinnen.

### Zusätzliche Optoelektronik für verlustarme Datenübertragung

Neben dem innovativen Kühlsystem haben die Fraunhofer-Forschenden im Rahmen der Projektarbeiten zusätzlich auch Voltageregulatoren für die Spannungsversorgung sowie optoelektronische Bauteile zur Datenübertragung in den Interposer integriert. Während der Voltageregulator den Prozessor mit der passenden Betriebsspannung versorgt, wandelt die Optoelektronik elektrische Signale aus dem Prozessor in Lichtsignale um. Dadurch können auch große Datenmengen verlustarm mit hoher Signalqualität übertragen werden – im Gegensatz zu Kupferleitungen, in denen die Verluste mit wachsender Datenrate zunehmen.

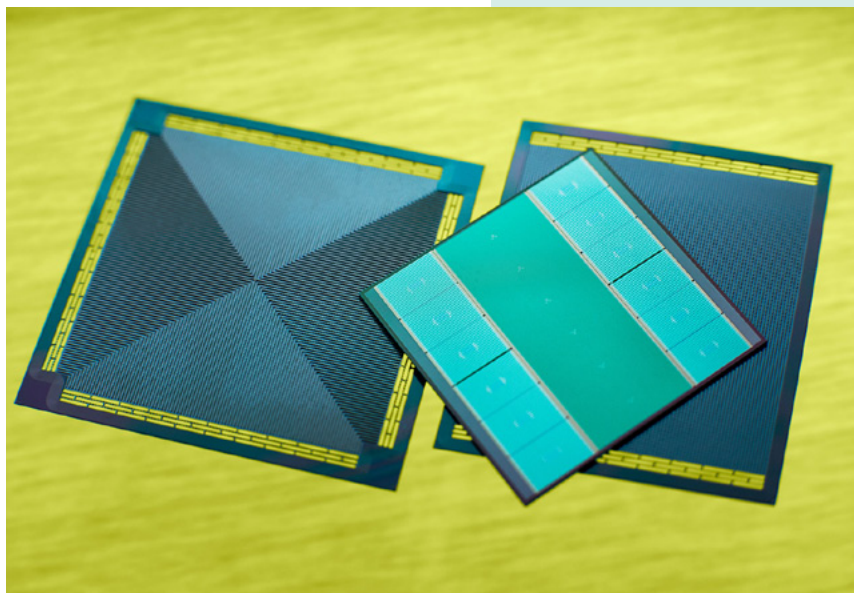
*Die Integration von Mikrokanälen in den Silizium-Interposer erlaubt es erstmals, einen Prozessor auch von der Unterseite effektiv zu kühlen und dadurch die Rechenleistung zu erhöhen.*  
© Fraunhofer IZM



Präzisionsbonden von Silizium-Photonik-Chip auf Silizium-Interposer mittels lotunterstützender Selbstjustage. © Fraunhofer IZM / Volker Mai

#### ■ Kontakt:

Dr. Hermann Oppermann  
Telefon +49 30 46403-163  
hermann.oppermann@izm.fraunhofer.de  
Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM  
Gustav-Meyer-Allee 25  
13355 Berlin  
www.izm.fraunhofer.de







Per CT wird das Innenleben der äußerlich unscheinbaren Büchsentrompete sichtbar.  
© Fraunhofer EZRT



## Aus den Instituten

### Der Blick ins Bassethorn

Im Projekt »MUSICES« werden per 3D-Computertomographie historische Musikinstrumente aus der Sammlung des Germanischen Nationalmuseums in Nürnberg durchleuchtet. Dabei erstellen sie erstmals einen Leitfaden, wie man zu optimalen Aufnahmen und Messergebnissen kommt. Die Ergebnisse werden im Internet veröffentlicht.

Der Blick ins Innere von Geige, Hammerklavier, Bassethorn und Co. liefert fundierte Grundlagen, um den Zustand eines Instruments zu beurteilen – für Restauratoren, Konservatoren, Musiker, Museumspädagogen und Instrumentenbauer sind solche Aufnahmen daher von unschätzbarem Wert. Bisher existieren jedoch keine Messstandards, wie alte Musikinstrumente am besten per 3D-Computertomographie untersucht werden sollen. Genau dies ist das Ziel des Forschungsprojekts »MUSICES«: Forschende des Fraunhofer-Entwicklungszentrums Röntgentechnik EZRT – ein Bereich des Fraunhofer-Instituts für Integrierte Schaltungen IIS – entwickeln in dem Vorhaben gemeinsam mit dem Germanischen Nationalmuseum in Nürnberg und dem Lehrstuhl für Röntgenmikroskopie an der Universität in Würzburg Richtlinien, anhand derer Museen weltweit Instrumente unterschiedlichster Klassen mit vergleichbarer Bildqualität digitalisieren können.

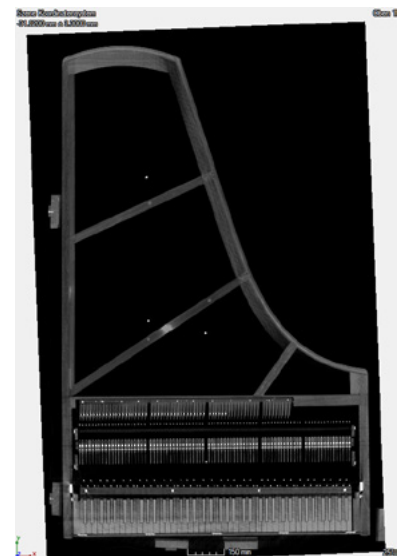
#### Komplexes Zusammenspiel

Trivial ist das nicht: Eine große Zahl von Parametern wie die Strahlendosis, Belichtungszeit, Messabstand, Messdauer, Zusammensetzung der CT-Anlage und Algorithmen zur Berechnung der 3D-Datensätze müssen berücksichtigt werden. Bei der Untersuchung befinden sich die Objekte auf einem Drehteller zwischen der Röntgenquelle und dem Flachbilddetektor, der sehr hohe Ortsauflösungen erreicht. Eine eigens entwickelte Halterung fixiert die Instrumente wackelfrei. Der Röntgenstrahl durchdringt das rotierende Objekt, abhängig von Materialstärke und -dichte sind unterschiedliche Strahlendosen erforderlich. Der Scan ist eine zeitintensive Angelegenheit – um beispielsweise eine Geige komplett mit einer Auflösung von weniger als 50 µm zu röntgen, benötigt man bis zu 20 h. Dabei erstellt der Computertomograph mehrere Tausend Einzelbilder, die zusammengesetzt ein dreidimensionales Bild ergeben.

#### Virtuelles Museum im Internet

Mit den Digitalaufnahmen soll eine Art virtuelles Museum im Internet entstehen, das die wertvollen Instrumente für jedermann zugänglich macht. Denn ein Großteil der hochempfindlichen »Originale« lagert in unterirdischen Depots – allein das Germanische Nationalmuseum verfügt über einen Fundus von 2500 alten Instrumenten.

Mehr als 100 Instrumente aus vergangenen Jahrhunderten hat das Team bereits digitalisiert, von der Büchsentrompete über die Mundharmonika bis hin zum Tafelklavier. Bis Januar 2018 wollen die Forschenden ihre Ergebnisse im Internet veröffentlichen. Diese umfassen sämtliche CT-Daten, aber auch das Messverfahren inklusive aller Schritte dokumentieren sie detailliert. Perspektivisch lassen sich die Erfahrungen und Erkenntnisse aus dem Projekt auch auf andere Kulturgüter übertragen, etwa auf wissenschaftliche Instrumente wie Fernrohre.



Das Innenleben eines Hammerflügels in der Röntgenaufnahme. © Fraunhofer EZRT

■ **Kontakt:**  
Thoralf Dietz  
Telefon +49 9131 776-1630  
presse@iis.fraunhofer.de  
Fraunhofer-Institut für Integrierte  
Schaltungen IIS  
Am Wolfsmantel 33  
91058 Erlangen  
www.iis.fraunhofer.de/ezrt

## Intelligente Energieversorgung für Smarte Objekte

Bis zu 24 Mrd. vernetzte Gegenstände soll es Prognosen zufolge 2020 weltweit geben – über ein Drittel davon entfällt auf »smarte« Alltagsgegenstände, die im Internet of Things kommunizieren und interagieren. Ein Knackpunkt ist die Energieversorgung: Die smarten Objekte müssen energieautark sein, um über einen möglichst langen Zeitraum arbeiten zu können. Im EU-Projekt »EnSO« arbeiten 39 Partner aus acht Ländern an neuen Lösungen für eine intelligente Energieversorgung.

Ziel von »EnSO« (Energy for Smart Objects) ist die Entwicklung so genannter AMES (Autonomous Micro Energy Sources). AMES vereinen verschiedene Elemente wie Energy Harvesting, Energiemanagement sowie Mikro-Energiespeicher, um eine im Idealfall lebenslange Betriebsdauer zu ermöglichen. Forschende der Fraunhofer-Einrichtung für Mikrosysteme und Festkörper-Technologien EMFT und des Fraunhofer-Instituts für Integrierte Schaltungen IIS entwickeln im Rahmen des Projekts Konzepte und Technologien zur Herstellung, Integration und Einbettung elektronischer Mikrochips in autonome Energieversorgungseinheiten.

### Dünn, flach und biegsam

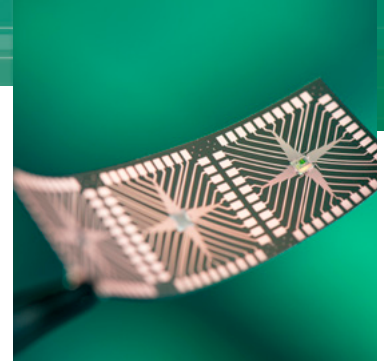
Die Bauhöhe der kompakten Packages soll dabei deutlich unter 1 mm liegen. Zudem sollen die Packages mechanisch verformbar sein, um sie an verschiedene Umgebungsformen anpassen zu können. Dazu wollen die Experten einen sehr dünnen, biegsamen Mikrochip in ein ultraflaches Foliengehäuse einbetten. Für die Kontaktierung sollen verschiedene Technologiekonzepte erprobt werden: Neben Flip-Chip-Ansätzen, bei denen der Chip Face-down auf eine Verdrahtungsfolie gesetzt, kontaktiert und eingebettet wird, kommen auch neue Technologien zum Einsatz, bei denen der Chip Face-up auf eine Folie gesetzt und z.B. mit einer Vergussmasse eingebettet wird. Die elektrische Kontaktierung und die Erstellung der Verdrahtungsebene mit den Anschlüssen nach außen sollen dann mittels

etablierter Verfahren der Dünnfilm-Lithographie erfolgen. Während der erste Demonstrator für ein ultradünnes Folien-Package in EnSO auf der Flip-Chip Technologie basieren wird, sollen bereits in der nächsten Generation Folien-Packages mit Mikrochips in Face-up-Konfiguration zum Einsatz kommen.

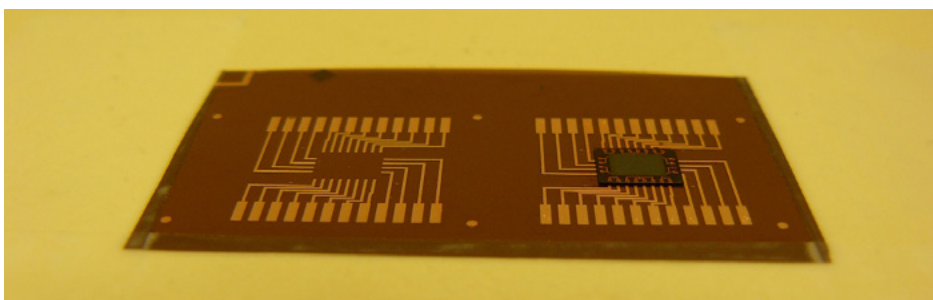
### Neue Chips für Energy Harvesting

Im Projekt entstehen weiterhin verschiedene Mikrochips zur Realisierung von energieautarken Energy Harvesting Systemen. Ein hocheffizienter Spannungswandler mit extrem niedriger Startspannung ermöglicht die Nutzung von Thermogeneratoren bei kleinsten Temperaturunterschieden. Ein weiteres Energiemanagement-ASIC vereint Lade- und Überwachungsschaltungen für Mikrobatterie und Superkondensatoren sowie verschiedenste Energiemanagement-Funktionen, die den Betrieb von herkömmlichen Funksensorsystemen mit Energiequellen aus der Umwelt möglich machen. Um die Bandbreite und damit den Anwendungsbereich solcher Energy Harvesting Systeme künftig deutlich erweitern zu können, entwickelt das Forschungsteam außerdem elektronische Schaltungen zur Anpassung der Resonanzfrequenz von Vibrationswandlern.

Das Projekt wird durch die ECSEL-Initiative im Europäischen Rahmenprogramm für Forschung und Innovation »Horizont 2020« sowie das BMBF gefördert.



25 µm dünner Microcontroller-Chip in flexiblem Folien-Package.  
© Fraunhofer EMFT



Chippackage auf Systemfolie.  
© Fraunhofer EMFT

### ■ Kontakt:

Christof Landesberger  
Telefon +49 89 54759-295  
christof.landesberger@emft.fraunhofer.de  
Fraunhofer-Einrichtung für Mikrosysteme und Festkörper-Technologien EMFT  
Hansastraße 27d  
80686 München  
www.emft.fraunhofer.de

Dr. Peter Spies  
Telefon +49 911 58 061-6363  
peter.spies@iis.fraunhofer.de  
Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS  
Nordostpark 84  
90411 Nürnberg  
www.iis.fraunhofer.de





Ausgezeichnet mit dem Jahresbestpreis für die J Orofac Orthop-Publikation: Prof. Matthias Schmid, Prof. Ursula Hirschfelder (Präsidentin DGKFO), Michael Hofmeister, Dr. Andreas Detterbeck (v.l.n.r).  
© MCI / Thomas Ecke

## Kieferorthopädische Untersuchungen ohne Röntgenstrahlung

Forschenden des Fraunhofer IIS und des Universitätsklinikums Erlangen ist es gelungen, die Magnetresonanztomographie (MRT) in der Kieferorthopädie erfolgreich einzusetzen. Künftig soll beispielsweise die Position von verlagerten oder retinierten Zähnen ohne Röntgenstrahlung diagnostizierbar sein. Das Forschungsteam wurde für die Studie auf der Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Kieferorthopädie (DGKFO) prämiert.

Im Rahmen einer wissenschaftlichen Studie des Fraunhofer-Instituts für Integrierte Schaltungen IIS und des Universitätsklinikums Erlangen konnten Forschende an Schweineköpfen zeigen, dass die MRT in vielen Bereichen der Kieferorthopädie genauso erfolgreich eingesetzt werden kann wie die bisher üblichen Röntgenuntersuchungen. Von dieser Erkenntnis könnten insbesondere Kinder und Jugendliche profitieren. Sie sind nicht nur das Hauptklientel für kieferorthopädische Untersuchungen, sondern tragen gleichzeitig ein erhöhtes Risiko für Schäden durch ionisierende Strahlung: Laut einer australischen Studie aus dem Jahr 2007 ist das Risiko, generell an Krebs zu erkranken, für Personen in dieser Altersgruppe um 24 % höher, wenn bei ihnen in den Jahren vor dieser Erkrankung eine Computertomographie (CT)-Untersuchung durchgeführt worden war.

### Kein signifikanter Unterschied zwischen MRT und anderen Verfahren

In der Studie bewerteten mehrere Zahnärzte Schichtbilder und 3D-Rekonstruktionen von Schweineköpfen, die mittels klassischer bildgebender Verfahren wie der Computertomographie oder der digitalen Volumentomographie (DVT) erstellt wurden und verglichen diese mit Pendanten der MRT. Das Ergebnis: Generell unterschied sich die MRT hinsichtlich der meisten Parameter nicht signifikant

von anderen Methoden. Bei der Beurteilung der Lage von Zahnkeimen wurde die MRT sogar besser bewertet. Auch bei den 3D-Rekonstruktionen der Zähne aus MRT-Daten konnte das Team – außer bei der Oberflächendarstellung der Zahnwurzeln – keine signifikanten Unterschiede gegenüber herkömmlichen Verfahren feststellen. Mit Standardparametern aufgenommene MRT-Daten scheinen den heute verwendeten Röntgen- bzw. DVT- oder CT-Aufnahmen in vielen Bereichen also ebenbürtig zu sein. Im Bereich der Knochendarstellung, in dem die Röntgenstrahl-basierten Methoden zurzeit noch besser abschneiden als die MRT, könnten neue, schnelle MRT-Verfahren künftig auch diese Lücke schließen. Weiterführende Studien an menschlichen Kiefern werden die klinische Eignung abschließend klären.

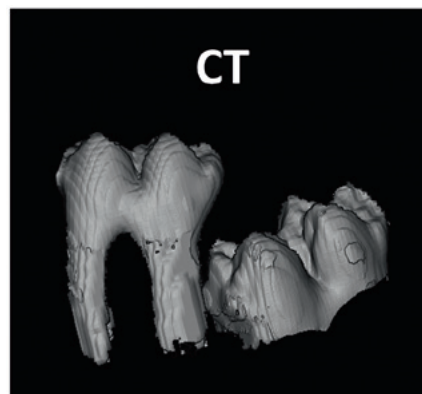
### Forschungsleistung wurde prämiert

Für die Studie mit dem Namen »MRI vs. CT for orthodontic applications: comparison of two MRI protocols and three CT (multislice, cone-beam, industrial) technologies« wurde das Forschungsteam am 11. Oktober 2017 in Bonn von einer unabhängigen Jury auf der Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Kieferorthopädie e.V. mit dem Jahresbestpreis für die J Orofac Orthop-Publikation 2016 prämiert.

#### ■ Kontakt:

Thoralf Dietz  
Telefon +49 9131 776-1630  
presse@iis.fraunhofer.de  
Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS  
Am Wolfsmantel 33  
91058 Erlangen  
www.iis.fraunhofer.de

Die Studie zeigt, dass es keine signifikanten Unterschiede zwischen Aufnahmen der Magnetresonanztomographie (MRT) ohne Röntgenstrahlung und der Computertomographie (CT) gibt. © Fraunhofer IIS



## Dickes Aluminium für die Aufbau- und Verbindungstechnik

Das Fraunhofer-Institut für Elektronische Nanosysteme ENAS hat in Kooperation mit mehreren Partnern einen Prozess zur Abscheidung von dicken Aluminiumschichten (Al-Schichten) auf Leiterplatten-, Silizium- und Keramiksubstraten entwickelt. Mittels elektrochemischer Abscheidung aus ionischen Flüssigkeiten ist die Herstellung von Schichtdicken über 1  $\mu\text{m}$  möglich. Diese Schichten können als Leiterbahn und als Bondpad für Drahtbondkontakte genutzt werden.

### Warum Aluminium?

In den letzten Jahren wurde Kupfer (Cu) als Material für elektrische Leitungen durch Aluminium (Al) in vielen Bereichen des täglichen Lebens ersetzt. Die elektrische Leitfähigkeit sowie die Wärmeleitfähigkeit des Al sind zwar geringer gegenüber Cu, jedoch ist beim Al das Verhältnis der Parameter Dichte zu Leitfähigkeit besser. Man benötigt bei Al eine 40 % dickere Schicht um den gleichen Strombetrag leiten zu können wie bei Cu, dafür ist die Al-Schicht 50 % leichter.

Ein weiterer Vorteil ist die Drahtbondfähigkeit von Al. So kann nicht nur Cu, sondern auch die typischen Nickel-Gold oder auch Nickel-Palladium-Gold-Abschlussmetallisierungen eingespart werden. Das preisstabile Al kann demnach mit besseren physikalischen und verarbeitungstechnischen Eigenschaften punkten. Ziel ist es, den Einsatz von Kupfer und den folgenden Abschlussmetallisierungen zu verringern, um sowohl wertvolle Rohstoffe zu schonen als auch an Gewicht der Leiterplatte zu sparen.

### Anforderungen an das Verfahren

Die Leiterplattenindustrie ist geprägt von mittelständischen Unternehmen, die auf eine ungestörte Prozessfolge angewiesen sind. Die Galvanik ist als robuste und etablierte Beschichtungstechnik aus der Leiterplatte nicht wegzudenken. Daher muss auch die Al-Beschichtung mit einem galvanischen Prozess erzeugt werden. Nun sind wässrige Lösungen für die Al-Abscheidung ungeeignet, da Al ein negativeres Reduktionspotential aufweist als Wasser und somit die Wasserzersetzung früher eintreten würde. Die Idee für das Verfahren basiert auf der Erkenntnis, dass ionische Flüssigkeiten die

Möglichkeit bieten, Al abzuscheiden. Der Prozess wurde in der Literatur in den letzten 20 – 25 Jahren häufig beschrieben; eine Anwendung fehlt allerdings.

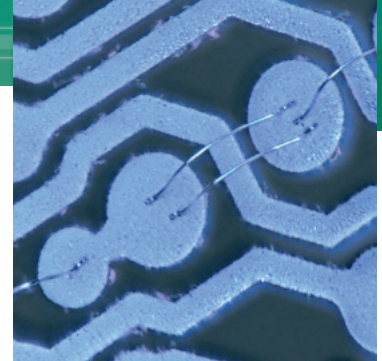
### Prozessablauf und Charakterisierung

Für die Herstellung von Leiterbahnen wird vorerst eine Cu-kaschierte Standardleiterplatte mit strukturiertem Fotolack genutzt. In den offenen Strukturen wird Al auf der Cu-Startschicht galvanisch abgeschieden. Der Fotolack wird anschließend entfernt und das Cu geätzt. Zurück bleiben freistehende Al-Strukturen. Die Schichtdicken liegen im Bereich von 25  $\mu\text{m}$ .

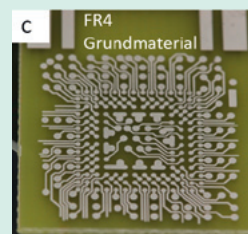
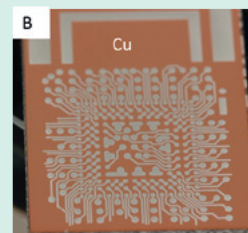
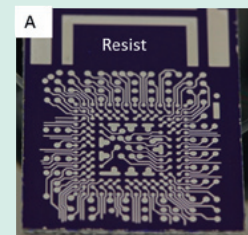
Das Drahtbonden ist sowohl mit Dünn- als auch mit Dickdraht mit den Al-Schichten problemlos realisierbar.

### Ausblick

Der Abscheidungsprozess muss nun auf ein höheres Level geführt werden. Weg von den 2x5 cm<sup>2</sup> kleinen Proben hin zu realistischen Größen, wie z. B. ein Kreditkartenformat von ca. 50x85 cm<sup>2</sup>. Um Cu tatsächlich aus der Leiterplatte zu entfernen, werden zukünftig Al-Kaschierungen notwendig. Dafür müssen Möglichkeiten zur Weiterverarbeitung erarbeitet werden. Die Realisierung von Durchkontaktierungen ist bis zu 200  $\mu\text{m}$  Durchmesser nachgewiesen, jedoch auch nur mit einer Cu-Startschicht. Diese muss ebenfalls ersetzt werden, bspw. durch Graphit oder elektrisch leitfähige Polymere. Nächste Schritte sind dann die Entwicklung von entsprechender Aufbau- und Verbindungstechniken, um die Flexibilität von Al-Leiterplatten, vergleichbar zu bisherigen Cu-Leiterplatten, zu erreichen.



Schräglichtmikroskopaufnahme von strukturiertem Al mit vier 18  $\mu\text{m}$  Drahtbonds. © Fraunhofer ENAS



Prozessfolge zur Herstellung von dicken Aluminiumstrukturen.  
© Fraunhofer ENAS

#### ■ Kontakt:

Dr. Martina Vogel  
Telefon +49 371 45001-203  
martina.vogel@enas.fraunhofer.de  
Fraunhofer-Institut für Elektronische Nanosysteme ENAS  
Technologie-Campus 3  
09126 Chemnitz  
www.enas.fraunhofer.de





*Kugel mit Innenleben: Ein extra robustes Gehäuse schützt die Sensoren vor dem hohen Druck der verdichteten Silage.*  
© Fraunhofer IZM

## Autonome Sensorknoten: Live aus dem Siloinneren

Eine gute Silage ist im wahrsten Sinne des Wortes die Grundlage für eine effiziente Biogasproduktion. Dank autonomer Sensorknoten aus dem Fraunhofer IZM ist es jetzt möglich, Daten direkt aus dem Inneren des Silos zu sammeln und so den Silierprozess zu überwachen.

Silierung ist eine bewährte Methode, um Substrate für Biogasanlagen (meistens Mais) durch Vergärung haltbar zu machen. Das zerkleinerte Pflanzenmaterial wird dazu in das Silo eingebracht und verdichtet, danach wird das Silo luftdicht abgeschlossen, um die Ausbreitung von anaeroben Mikroorganismen wie Bakterien, Hefen oder Schimmelpilzen zu verhindern. Milchsäurebakterien fühlen sich hingegen in diesem Milieu pudelwohl und wandeln den im Siliergut enthaltenen Zucker in Säuren (vor allem Milchsäure) um. Je besser der Silierprozess gelingt, umso effizienter ist die Produktion von Biogas.

### Störgrößen frühzeitig erkennen

Bislang fehlte es an geeigneten Methoden, um den gesamten Prozess vom Auffahren des Silos bis hin zur Entnahme des Silagegutes überwachen zu können. Forschende des Fraunhofer-Instituts für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM haben gemeinsam mit dem Julius-Kühn-Institut (JKI) und der Esys GmbH eine Multisensorik-Lösung für ein lückenloses Monitoring entwickelt. Mit autonomen Sensorknoten wird es erstmals möglich, Messwerte direkt im Silo-

inneren zu sammeln und auf diese Weise kritische Parameter wie etwa die Verdichtung beim Auffahren des Silos zu überwachen. Störgrößen im Laufe des Silierprozesses und nach der Entnahme können frühzeitig erkannt und beseitigt werden, bevor es zu einer Verminderung der Silagequalität kommt. Das Team legte auf der Basis von Vorversuchen geeignete Sensoren für die Messung von pH-Wert, Temperatur und Dichte fest, konzipierte eine energieminierte Signalaufbereitung und entwickelte ein extrem robustes Gehäuse, das zum einen den hohen Drücken der verdichteten Silage standhält, als auch die nach außen geführten Sensoren gegenüber der empfindlichen Elektronik hermetisch abdichtet. Für die Kalibrierung der Sensoren haben Projektmitarbeitende vom JKI ein Modellsilo entwickelt.

### Anbindung an etablierte Erntemanagement-Software

Das Kommunikationskonzept sieht eine drahtlose Anbindung der Sensorknoten an eine mobilfunkgestützte Internet-Bridge vor, welche die Daten an einen Webserver mit Datenbank weiterleitet. Dies wird durch die Esys GmbH realisiert. Die Ergebnisse sind über eine Web-API abrufbar. Eine Android-App für den mobilen Einsatz dient der geografisch bezogenen Online-Darstellung der Messwerte. Die Verwendung eines im Erntedaten-Management gängigen Software-Standards sorgt zudem dafür, dass die Sensordaten später in bereits etablierte landwirtschaftliche Softwarelösungen integriert und damit unmittelbar in die Praxis übertragen werden können. Nach den ersten erfolgreichen Sensortests steht der Praxistest im realen Betrieb eines Silierzyklusses an.

*Sensorsystem zur Überwachung des Silierprozesses in der Biogasproduktion.*  
© Countrypixel

#### ■ Kontakt:

Carsten Brockmann  
Telefon +49 30 46403-692  
carsten.brockmann@izm.fraunhofer.de  
Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit  
und Mikrointegration IZM  
Gustav-Meyer-Allee 25  
13355 Berlin  
www.izm.fraunhofer.de





## Im Kampf gegen gefährlichen Weltraummüll

Das Fraunhofer FHR hat neue Methoden entwickelt, um die Eigenrotation von beschädigten Satelliten präzise zu ermitteln – und so zukünftige, gezielt herbeigeführte zerstörerische Wiedereintritte defekter Satelliten, sogenannte »De-Orbiting-Missionen«, in die Erdatmosphäre effektiv zu unterstützen.

Die Kontrolle beschädigter Satelliten ist wichtig, da sie als unkontrollierte Objekte im Erdorbit Risiken für die gesamte Raumfahrt darstellen. Seit April 2012 fliegt auch eines der größten Raumfahrzeuge – der europäische Umweltsatellit ENVISAT – manövrierunfähig um die Erde. Daher sucht die ESA zurzeit nach Lösungen, um ENVISAT auf eine tiefere Umlaufbahn zu bringen und in der Erdatmosphäre kontrol-

liert verglühen zu lassen. Diese De-Orbiting-Mission gelingt nur, wenn zuvor die Eigendrehbewegung des Satelliten korrekt bestimmt wird.

Das Forscherteam des Fraunhofer FHR wird zukünftige De-Orbiting-Missionen durch den Weltraumbeobachtungsradar »TIRA« unterstützen: Die mit TIRA aufgenommenen Radar-Rohdaten von ENVISAT werden mit am Fraunhofer FHR entwickelten und weltweit einzigartigen Methoden prozessiert und im Anschluss ausgewertet. Damit ist es möglich bei Weltraumobjekten Ausrichtung und Eigendrehbewegung zu analysieren, deren langzeitliche Entwicklung belastbar zu prognostizieren und potenzielle äußere Beschädigungen der Satelliten effizient zu untersuchen.

## Betriebssichere Feldhäcksler dank Ultraschallsensoren

Während der Erntesaison sind manche Erntemaschinen fast rund um die Uhr im Einsatz. Um teure Ausfälle zu vermeiden und eine hohe Produktivität sicherzustellen, haben Forschende des Fraunhofer IZFP ein Qualitätssicherungssystem für Feldhäcksler entwickelt. Die halbautomatische High-Performance-Prüftechnologie »LinScanDuo 2.0« überprüft mittels Ultraschallsensorik die Schweißnähte der Messerhalter, die besonders verschleißanfällig sind: Denn mit 1200 U/min und über 300 t/h sind die Messer- bzw. Häckslertrommeln mit ihren angeschweißten Messerhaltern enormen mechanischen Belastungen ausgesetzt.

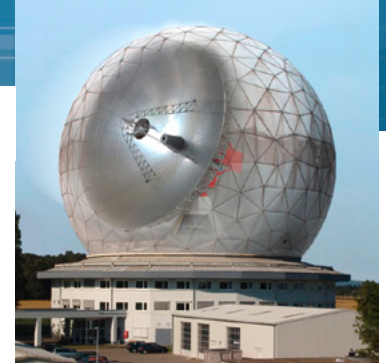
Das LinScanDuo-2.0-Prüfsystem basiert auf einer elektronisch scannenden Phased Array-Elektronik. Zusammen mit der für das Inspektionssystem konzipierten Software kann eine hundertprozentige, automatisierte Befundbewertung mit umfassender digitaler Dokumentation der Schweißnahtqualität für jede einzelne Messertrommel erfolgen. Die Vorteile der Phased-Array-Technologie liegen zum einen in einer sehr hohen Prüfgeschwindigkeit bei gleichzeitiger Erfassung des vollständigen Prüfvolumens und zum anderen in der flexiblen Anpassung des Prüfsystems an die Messerhalter ohne zeitaufwendige Justierungen. Das Scannen beider Schweißnähte eines Messerhalters erfolgt elektronisch getaktet, so dass Bewegungen des Sensor- bzw. Prüfkopfes oder

des Prüfobjektes nicht notwendig sind. Die Inspektion der Schweißnahtqualität, welche bisher ca. 4 Stunden pro Messertrommel in Anspruch genommen hat, dauert mit der neuen Technologie nur noch knapp 20 min.

Im Zweibrückener Werk von John Deere, dem amerikanischen Weltmarktführer im Bereich der Landtechnik, ist das Prüfsystem bereits erfolgreich im Einsatz.

*Schweißnahtprüfung der Messerhalter eines John Deere Feldhäckslers der Baureihe 8000 mit »LinScanDuo 2.0«.*

© Fraunhofer IZFP / Uwe Bellhäuser



*Das Weltraumbeobachtungsradar TIRA des Fraunhofer FHR.*

© Fraunhofer FHR

### ■ Kontakt:

Jens Fiege  
Telefon +49 228 9435-323  
jens.fiege@fhr.fraunhofer.de  
Fraunhofer-Institut für Hochfrequenzphysik und Radartechnik FHR  
Fraunhoferstraße 20  
53343 Wachtberg  
www.fhr.fraunhofer.de

### ■ Kontakt:

Sabine Poitevin-Burbes  
Telefon +49 681 9302-3869  
sabine.poitevin-burbes@izfp.fraunhofer.de  
Fraunhofer-Institut für Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZFP  
Campus E3 1  
66123 Saarbrücken  
www.izfp.fraunhofer.de



Virtuelle Erprobung der RobustSENSE-Software. © Fraunhofer FOKUS

#### ■ Kontakt:

Dr. Ilja Radusch  
Telefon +49 30 3463-7474  
ilja.radusch@fokus.fraunhofer.de

Mitra Motakef-Tratar  
Telefon +49 30 3463-7517  
mitra.motakef-tratar@fokus.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Offene  
Kommunikationssysteme FOKUS  
Kaiserin-Augusta-Allee 31  
10589 Berlin  
www.fokus.fraunhofer.de

## Hochautomatisiertes Fahren bei jedem Wetter

Für den Menschen stellt das Wetter im Straßenverkehr oft eine große Herausforderung dar. Auch für das hochautomatisierte Fahrzeug ist die zuverlässige Wahrnehmung der Straßensituation zu jeder Zeit entscheidend. Im Rahmen des Forschungsprojekts »RobustSENSE« arbeitet das Fraunhofer FOKUS daher mit 14 Partnern aus Industrie und Wissenschaft an einer Softwareplattform, mit deren Hilfe Fahrzeuge eigenständig und bei jeder Wetterlage ein zuverlässiges und komplexes Bild der Straßensituation generieren können.

Das Fahrzeug greift zum Erfassen der Situation neben hochgenauen HD-Karten auf kombinierte Daten der fahrzeugeigenen Sensorik wie Kameras, Laser oder Radare zurück. Dafür wurde in RobustSense eine

Softwareplattform entwickelt, die die Daten aus den verschiedenen Quellen kombiniert und analysiert. So lassen sich beispielsweise Hindernisse auf der Fahrbahn auch dann erfassen, wenn die Sicht durch grelles Sonnenlicht oder starken Niederschlag eingeschränkt ist.

Die Ausweichmanöver des Fahrzeugs werden dann individuell der jeweiligen Witterung und Straßenführung angepasst.

In der virtuellen Simulationsumgebung »VSimRTI« des Fraunhofer FOKUS konnte sich das System bereits bewähren. Seit Herbst erfolgen die Praxistests in Städten und auf der Autobahn.

## Umweltfreundlicher Antifouling-Lack für Schiffe

In der Seefahrt sind blinde Passagiere wie Muscheln, Algen oder Pocken unerwünscht. Diese setzen sich häufig an den Rümpfen vor Anker liegender Schiffe fest, erhöhen somit den Strömungswiderstand und beschädigen das Material. Dieses so genannte Biofouling kann den Treibstoffverbrauch maßgeblich erhöhen, was sich in höheren Kosten und Schadstoffemissionen äußert. Das Fraunhofer IMWS hat nun gemeinsam mit dem Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung sowie drei Partnern aus der Industrie einen speziellen Lack entwickelt, der sich diesem Problem widmet.

Der innovative Lack ist aus mehreren Schichten aufgebaut, durch die ein schwacher Gleichstrom von 0,1 mA geleitet wird. Die äußerste Lackschicht wird dabei wechselweise zur Anode und zur Kathode: An ihr entstehen abwechselnd Sauer- und Wasserstoff. Der resultierende pH-Stress rund um das Schiff macht den Rumpf für Wasserorganismen unattraktiv. Biofouling-Prozesse können damit komplett umweltschonend verhindert werden.

Bisher wurde der Antifouling-Lack erfolgreich in einem Langzeitversuch an so genannten »Testschwertern« und in einem ersten Schiffsversuch erprobt. Als nächstes soll der Lack auf den großtechnischen Maßstab übertragen werden. Dazu wird an der Ostsee ein moderner Teststand aufgebaut. Ein Exponat zu dieser Antifouling-Technologie kann seit November auf dem Explo-Gelände des Heidelberger Zoos besichtigt werden.



Testschwerter im Versuchsaquarium: Der neue Antifouling-Lack verhindert unter Gleichstrom jeglichen Bewuchs.

© Fraunhofer IMWS

#### ■ Kontakt:

Michael Kraft  
Telefon +49 345 5589-204  
michael.kraft@imws.fraunhofer.de  
Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur  
von Werkstoffen und Systemen IMWS  
Walter-Hülse-Straße 1  
06120 Halle  
www.imws.fraunhofer.de

## More-than-Moore-Elektronik aus dem Baukasten

Damit Mikroelektronik noch intelligenter wird, setzen Hersteller darauf, immer mehr Funktionen auf immer kleineren Chips zu integrieren. Für solche »More-than-Moore«-Technologien existiert in Europa noch kein Standort, der alle notwendigen Angebote zur Produktion von Kleinserien bereitstellt. Hier setzt das europäische Projekt »ADMONT« an, an dem auch das Fraunhofer IIS / EAS beteiligt ist. Ziel ist es, in und um Dresden bis 2019 Pilotlinien für diese Technologien zu schaffen, die Unternehmen aus verschiedenen Branchen für ihre Produktentwicklung zur Verfügung stehen. Nach dem Baukastenprinzip sollen sie damit sowohl einzelne Module als auch komplette Fertigungsketten nutzen können.

## Künstliches Sphinktersystem mit Mikrofluidaktoren

Inkontinenz zählt mittlerweile zu den Volkskrankheiten – allein in Deutschland leiden etwa 8 Mio. Menschen darunter. Gemeinsam mit der DUALIS MedTech GmbH arbeitet die Fraunhofer EMFT an einer neuen künstlichen Schließmuskeltechnologie, die eine Kombination aus Diagnostik und Therapie (Theranostik) erlaubt. Die Schließmuskelfunktion wird wie bei passiven Systemen durch das Öffnen und Abdrücken der Harnröhre mittels einer fluidgefüllten Manschette realisiert. Die Menge des Hydraulikfluids in der Manschette und damit die Verschlussfunktion wird im Gegensatz zu herkömmlichen Lösungen jedoch nicht manuell, sondern durch das Zusammenspiel aktiver mikroelektronischer Komponenten gesteuert: Eine Mikropumpe ist für das Leeren, ein Mikroventil für das Füllen der Manschette zuständig. Beide Komponenten werden derzeit an der Fraunhofer EMFT entwickelt. Die Aktoren erfüllen für die Anwendung essentielle Anforderungen wie hohe Durch-

Die Forscherinnen und Forscher am Fraunhofer IIS / EAS sind dafür zuständig, die Qualität der entstehenden Mikrochips zu gewährleisten. Zur Projekthalbzeit haben sie bereits erste Modelle für Simulationen entwickelt, die das zukünftige Verhalten der Bauteile realistisch abbilden. Die Arbeiten sollen die Designer von integrierten Schaltungen dabei unterstützen, Systeme zu entwerfen, die lange, zuverlässig und robust funktionieren. Im weiteren Verlauf sollen die Modelle weiter verfeinert und durch weitere ergänzt werden. Dadurch können die Pilotlinien in Zukunft auch bei Kunden mit besonders individuellen Anforderungen genutzt werden.

flussraten, bzw. eine schnelle Reaktionsfähigkeit, geringe Größe sowie einen geringen Energieverbrauch. Die Neuentwicklungen müssen sowohl korrosionsstabil als auch MRT-fähig sein.

Durch die Integration zweier Drucksensoren wird zudem sichergestellt, dass bei einer Überschreitung der Schwellwerte in Manschette und / oder Reservoir – etwa unvorhergesehenen Belastungen wie Husten oder Lachen – der Druck automatisch nachjustiert, so dass die Kontinenz jederzeit sichergestellt ist. Über eine Fernbedienung kann der behandelnde Arzt den gewebeschonenden Normaldruck jederzeit ohne Operation justieren. Auch der Patient kann so ganz einfach eine manuelle Anpassung des Manschettendrucks (z. B. durch vorgegebene Modi wie Sport-, Nachtmodus) vornehmen.

Die Entwicklung wird von der Bayerischen Forschungsstiftung gefördert. Auf der diesjährigen Compamed zeigte die Fraunhofer EMFT den aktuellen Entwicklungsstand des Sphinktersystems.



Charakterisierung der Zuverlässigkeit von ICs. © Fraunhofer IIS / EAS / Katharina Knaut

### ■ Kontakt:

Sandra Kundel  
Telefon +49 351 4640-809  
sandra.kundel@eas.iis.fraunhofer.de  
Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS,  
Institutsteil Entwicklung Adaptiver Systeme EAS  
Zeunerstraße 38  
01069 Dresden  
www.eas.iis.fraunhofer.de

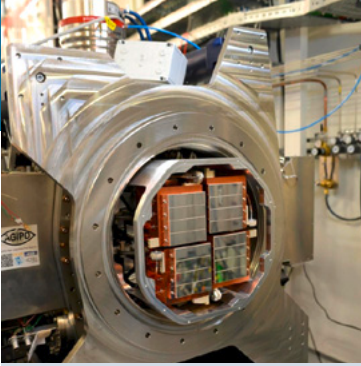
### ■ Kontakt:

Christian Wald  
Telefon +49 89 54759-231  
christian.wald@emft.fraunhofer.de  
Fraunhofer-Einrichtung für Mikrosysteme und Festkörper-Technologien EMFT  
Hansastraße 27 d  
80686 München  
www.emft.fraunhofer.de

Edelstahl-Mikropumpe der Fraunhofer EMFT.

© Fraunhofer EMFT / Bernd Müller





SPB-Kamera am XFEL mit Modulen, die am Fraunhofer IZM aufgebaut wurden. © A. Allahgholi – CFEL

#### ■ Kontakt:

Thomas Fritzsch  
 Telefon +49 30 46403-681  
 thomas.fritzsch@izm.fraunhofer.de  
 Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit  
 und Mikrointegration IZM  
 Gustav-Meyer-Allee 25  
 13355 Berlin  
 www.izm.fraunhofer.de

#### ■ Kontakt:

Dr. Mathias Rommel  
 Telefon +49 9131 761-108  
 mathias.rommel@iisb.fraunhofer.de  
 Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme  
 und Bauelementetechnologie IISB  
 Schottkystraße 10  
 91058 Erlangen  
 www.iisb.fraunhofer.de

Das Forscher-Team (nicht im Bild:  
 Prof. Lothar Frey): Dr. Mathias  
 Rommel, Dr. Maximilian Rumler,  
 Marco Becker, Michael Förthner,  
 Dr. Peter Evanschitzky, Leander  
 Baier (v.l.n.r.). © Fraunhofer IISB

## Kamerakomponenten für den leistungs- stärksten Röntgenlaser

Welche Struktur hat das Alzheimer-Protein oder was passiert im Körper, wenn Krebszellen entstehen? Die Suche nach Antworten auf solche Fragen führt Forschende tief in den Nanokosmos. Mit dem European XFEL, dem weltweit leistungsstärksten Röntgenlaser, tun sich für die Wissenschaft künftig ganz neue Möglichkeiten auf: Am 1. September wurde das mehr als 3 km lange Gerät offiziell für die Forschung freigegeben. Acht Jahre lang war ein internationales Team an seiner Entwicklung beteiligt – auch Forschende des Fraunhofer IZM.

Mit dem European XFEL wird es möglich, die dreidimensionale Struktur von Biomolekülen zu entschlüsseln und synthetische Materialien zu analysieren. Die Moleküle werden vom Röntgenlaser fotografiert, indem er extrem helle und ultrakurze Lichtblitze produziert – bis zu 27.000 Mal pro Sekunde und damit 200 Mal mehr als bei anderen Röntgenlasern. Aneinandergereiht ergeben die

Bildaufnahmen ganze Filme, anhand derer sich der Ablauf von biochemischen und chemischen Prozessen erforschen lässt. Das Fraunhofer IZM übernahm beim European XFEL die Herstellung der Module für die SPB-Kamera, welche unter anderem für die Analyse von Biomolekülen eingesetzt werden kann. Dafür versah das Berliner Forschungsteam die elektronischen Komponenten auf Siliziumwafern mit mikrometergroßen Lotkugeln und bondete anschließend je 16 elektronische Auslesechips auf den röntgensensitiven Silizium-Sensorchip von  $11 \times 3 \text{ cm}^2$  Größe. Damit sind es die größten Detektor-Module, die bisher am Institut aufgebaut wurden. Zwanzig Kamera-Module haben die Fraunhofer-Forschenden bereits für den European XFEL fertiggestellt. Durch die Strahlung am Röntgenlaser werden diese jedoch stark belastet. Daher arbeiten die Forschenden daran, bis zu 100 Stück aufzubauen.

## Neues Verfahren für die Herstellung plasmonischer Filter

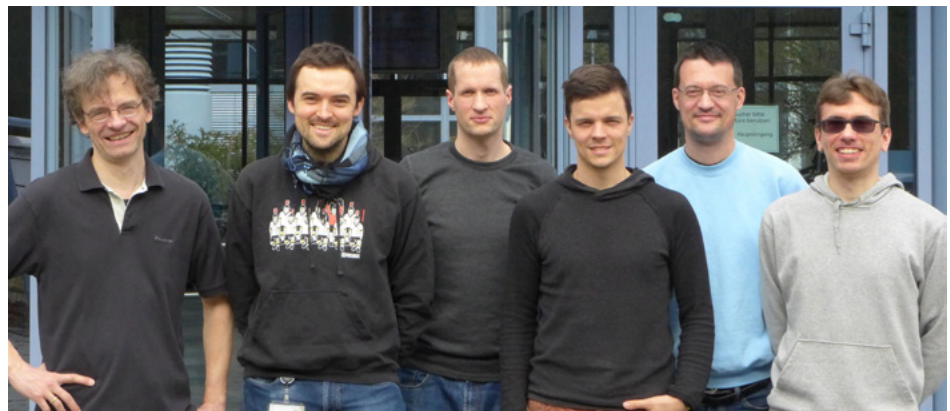
Nanophotonische Flächen erzeugen Farben, die nicht ausbleichen. Dadurch erschließen sich zahlreiche Anwendungsgebiete von der Photographie bis zur biotechnologischen Sensorik. Allerdings ist die großflächige Produktion der Strukturen bisher aufwendig und teuer. Forschende am Fraunhofer IISB haben nun ein Verfahren entwickelt, mit dem die herstellbare Fläche nanophotonischen Materials um mehr als das 20-fache gesteigert werden kann.

Die Farbfilter basieren auf der kollektiven Anregung von Elektronen in Metall-Nanostrukturen, den Plasmonen. Solche plasm-

nischen Filter sind zwar schon lange bekannt, konnten bisher aber nur im kleinen Maßstab produziert werden.

Das großflächige Herstellungsverfahren gelang dem Forscherteam um Dr. Maximilian Rumler durch Einsatz der Imprint-Lithographie: Mithilfe eines Masters aus Silizium werden Prägeformen erstellt, mit denen die Strukturen in ein Polymer übertragen und von da aus in das Metall geätzt werden. Bei den Arbeiten am Fraunhofer IISB konnte der Prozess für die Herstellung von Aluminium-Farbfiltern von bis zu  $145 \text{ cm}^2$  optimiert werden.

Ziel der weiteren Forschungsarbeit ist es, die Defektdichte zu reduzieren.



## Neue Bewertungskriterien für Dickdraht-Bondkontakte

Gerade bei Bauteilen im Mikrometerbereich setzen Ingenieurinnen und Ingenieure auf neue Materialien – insbesondere bei Drahtbondkontakten, die sich in Chips, elektronischen Bauteilen sowie elektrischen Anschlüssen befinden und Schaltkreise verbinden.

In den Bereichen alternative Energieerzeugung und der Elektrifizierung von Fahrzeugen wird die Dickdrahtbondtechnologie für die Kontaktierung von Leistungshalbleitern genutzt. Immer häufiger wird dabei auf neuartige Aluminium-Drahtwerkstoffe sowie Kupferdickdrähte mit Aluminiummantel zurückgegriffen: Sie sind korrosionsbeständig, höherfester, wärmebeständiger und haben eine bis zu zehnmal höhere Lebensdauer.

Um die Verbindungsqualität zu prüfen, werden mechanische Tests wie beispielsweise Pull- und Schertests durchgeführt. Durch die Neu- und Weiterentwicklung der Draht-

materialien und die Veränderungen der mechanischen Eigenschaften ergeben sich zusätzliche Auswirkungen auf die Testergebnisse: Die Interpretation der Testresultate und die bisher angewandten Bewertungskriterien für die Klassifizierung der Bondqualität müssen angepasst werden. Im aktuellen Forschungsprojekt »Korrelation von Schertestergebnissen und Zuverlässigkeit feinkristalliner Aluminium-basierter Dickdrahtbondkontakte« entwickeln das Fraunhofer IMWS und Fraunhofer IZM eine grundlegende Wissensbasis zu den Mikrostruktur-Eigenschafts-Beziehungen der Bondkontakte. Diese bildet die Voraussetzung, um allgemeingültige Beurteilungs- und Bewertungsrichtlinien zu definieren.

Das Projekt wird durch Mittel des Bundesministeriums für Bildung und Forschung gefördert. Projektträger ist die Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschung AiF.

## Supply-Chain-Analytics

Die Digitalisierung ihrer industriellen Prozesse stellt Unternehmen heute vor große und vielfältige Herausforderungen. Neben technischen Fragen – wie Datenerfassung, -übertragung, -speicherung und -analyse – gilt es auch, Strategie und Organisation neu auszurichten. Mit Supply-Chain-Analytics hilft das Fraunhofer SCS Unternehmen dabei, Erkenntnisse aus ihren Daten zu gewinnen und diese für die Entwicklung datengetriebener Geschäftsprozesse zu nutzen.

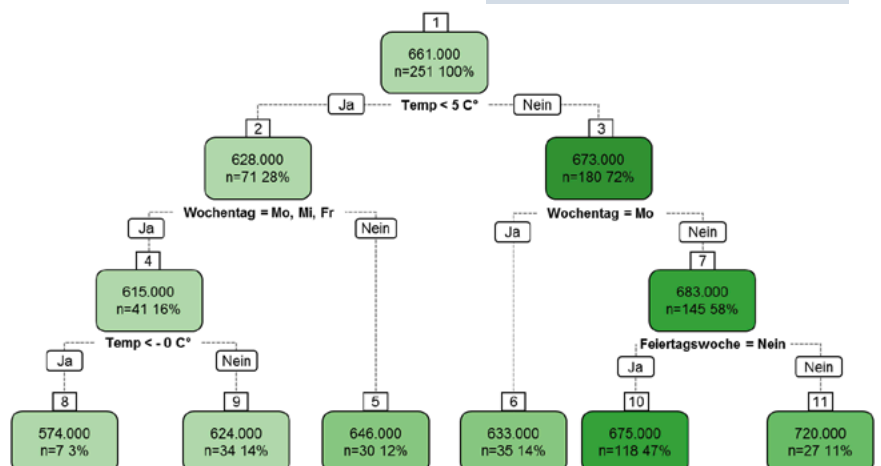
### Methoden und Zielsetzung

- **Descriptive Analytics** verarbeitet Vergangenheits- oder Echtzeit-Statuswerte der Logistikkette, um z. B. Materialbewegungen zu verfolgen oder Kennzahlen zu ermitteln.
- **Predictive Analytics** bewertet aktuelle Abläufe und Ereignisse in der Lieferkette anhand von Modellen, die aus historischen Daten gewonnen wurden. So können kritische Situationen wie z. B. Transportverzögerungen oder Kundenbedarfe vorhergesagt werden.
- **Prescriptive Analytics** liefert Vorgaben für die zukünftige Planung und Steuerung der Lieferkette (z. B. Dispositionsparameter, Lagerorte im Hochregal). Dazu kommen

Modelle aus historischen Daten zum Einsatz, die oftmals mit mathematischen Optimierungsverfahren kombiniert werden.

### SCS-Bibliothek zur Identifikation von Analytics-Anwendungsfällen

Startpunkt für ein Analytics Projekt ist die Identifikation und Auswahl relevanter Anwendungsfälle zur Unterstützung logistischer Prozesse. Um diesen Auswahlprozess zu unterstützen, wurde vom Fraunhofer SCS eine Bibliothek für Analytics-Anwendungsfälle entwickelt. Die Bibliothek fußt auf einer umfassenden Studie in wissenschaftlichen Datenbanken und Fachmagazinen sowie der Entwicklung eines Klassifikationsschemas.



Hinter einem Aluminium-Dickdrahtkontakt positionierter Schermeißel. Der Schertest ist die standardmäßig angewandte Methode zur Überprüfung der Bondqualität von Dickdrahtkontakten. © XYZtec

#### ■ Kontakt:

Christiane Rex  
Telefon +49 354 5589-213  
christiane.rex@imws.fraunhofer.de  
Fraunhofer-Institut für Mikrostruktur von Werkstoffen und Systemen IMWS  
Walter-Hülse-Straße 1  
06120 Halle  
www.imws.fraunhofer.de

#### ■ Kontakt:

Monika Möger  
Telefon +49 911 58061-9519  
monika.moeger@scs.fraunhofer.de  
Fraunhofer-Arbeitsgruppe für Supply Chain Services SCS  
Nordostpark 93  
90411 Nürnberg  
www.scs.fraunhofer.de

Mit Hilfe von Entscheidungsbäumen kann das Volumen des Transportaufkommens prognostiziert werden. © Fraunhofer SCS



Mit LTE und dem Kompressionsstandard HEVC sind lange Ladezeiten beim mobilen Videogucken passé. © Fraunhofer HHI

#### ■ Kontakt:

Anne Rommel  
Telefon +49 30 31002-353  
anne.rommel@hhi.fraunhofer.de  
Fraunhofer-Institut für Nachrichtentechnik,  
Heinrich-Hertz-Institut, HHI  
Einsteinufer 37  
10587 Berlin  
www.hhi.fraunhofer.de

## ■ Primetime Engineering Emmy Award für HEVC

Das Fraunhofer HHI freut sich über einen ganz besonderen Preis aus Kalifornien. Am 25. Oktober wurde dem Berliner Institut gemeinsam mit seinen Partnern aus dem Joint Collaborative-Team for Video Coding (JCT-VC) in Hollywood der Primetime Engineering Emmy Award verliehen. Es ist eine Auszeichnung für die Entwicklung des High Efficiency Video Coding (HEVC)-Standards. HEVC erlaubt eine effiziente Übertragung von Videos in Ultra High Definition (UHD).

Der Standard hat sich zum primären Übertragungsformat für 10-bit UHD-Videos entwickelt und unterstützt die relevanten hohen Dynamikbereiche und erweiterten Farbräume. Der neue Standard wird für fast alle UHD-Fernsehübertragungskanäle verwendet, einschließlich Antennen-, Satelliten-, Kabel-, Faser- und kabellosem Fernsehen. Dazu wird HEVC von nahezu allen UHD-fähigen Geräten unterstützt, einschließlich Fernsehgeräten, Tablets und Mobiltelefonen. HEVC balanciert dabei hohe Komprimierung, HDR-Prozessfähigkeit, geringe Komplexität und Stromverbrauch und eignet sich damit für die unterschiedlichsten Anwendungen.



Prof. Dr. Thomas Wiegand (Institutsleiter Fraunhofer HHI), Benjamin Bross und Dr. Detlev Marpe (v.l.n.r.) mit dem Emmy. © Fraunhofer HHI

Der Primetime Emmy Engineering Award wird für Ideen, Lösungen und Umsetzungen im Bereich Engineering verliehen. Wichtig für die Jury ist, dass existierende Verfahren weiter entwickelt werden oder dass diese die Übertragung, Aufzeichnung oder den Empfang von Fernsehtechnik wesentlich verbessern.

## ■ Mikroelektronische und Optische Systeme für die Biomedizin

In Thüringens Hauptstadt Erfurt entsteht derzeit das neue Projektzentrum »Mikroelektronische / Optische Systeme für die Biomedizin«. Gemeinsam mit der Wirtschaft werden drei Fraunhofer-Institute aus den Bereichen Biowissenschaften, Mikroelektronik / Mikrosystemtechnik und Optik / Photonik an neuen biomedizinischen Anwendungen forschen. Das Fraunhofer IPMS

wird im Projektzentrum »Mikroelektronische / Optische Systeme« den Bereich Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik abdecken. Mit dabei sind auch das Fraunhofer IOF und das Fraunhofer IZI.

Um die immer wichtiger werdenden Themen Gesundheit, demographischer Wandel und Wohlergehen gut zu bearbeiten, müssen die Akteure aus Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft zusammenarbeiten. Dabei ist die Weiterentwicklung von Schlüsseltechnologien in Bereichen wie Biowissenschaften, Mikroelektronik sowie Optik und Photonik von besonderer Bedeutung. Das Projektzentrum wird sich zunächst auf zwei ausgewählte Anwendungsfelder konzentrieren: die verbesserte medizinische Bildgebung und Visualisierung sowie Technologien für die Biomarker-Analyse.



Prof. Dr. Reimund Neugebauer, Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft (l.) und Wolfgang Tiefensee, Minister für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitale Gesellschaft in Thüringen (r.) nach der Unterzeichnung der Gründungsvereinbarung. © Fraunhofer IZI

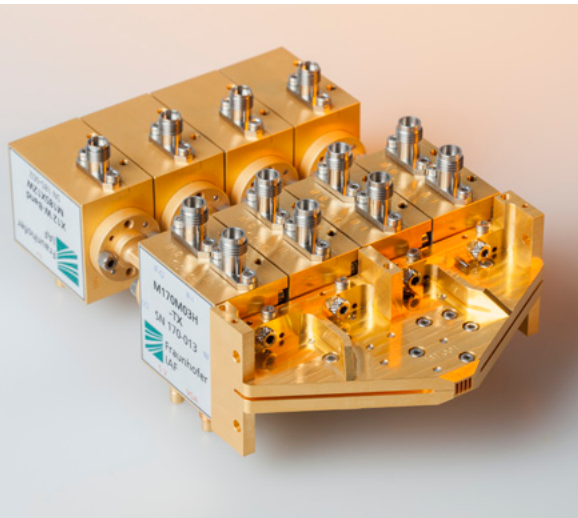
#### ■ Kontakt:

Dr. Michael Scholles  
Telefon +49 351 88 23-201  
michael.scholles@ipms.fraunhofer.de  
Fraunhofer-Institut für Photonische  
Mikrosysteme IPMS  
Maria-Reiche-Str. 2  
01109 Dresden  
www.ipms.fraunhofer.de



## Splitter

**Kommunikation über die Grenzen der 5G-Netze hinaus**



Funktionaler Prototyp eines 300-GHz-Mehrkanal-Funksystems. © Fraunhofer IAF

Das Fraunhofer IAF startet gemeinsam mit dem Fraunhofer HHI und europäischen Partnern das Projekt Terranova, gefördert durch die Europäische Kommission im Rahmen von »Horizont 2020«. Ziel ist es, Funkstrecken mit Trägerfrequenzen im THz-Bereich in Glasfasernetze einzubetten und damit auf der gesamten Übertragungsstrecke sehr hohe Datenraten zu ermöglichen. Zusätzlich sollen im Rahmen des Projektes neue Frequenzbänder erschlossen werden.

Die Forscherinnen und Forscher kombinieren die bekannte Glasfasertechnologie mit der Richtfunkübertragung, um damit eine Richtfunk-Netzverbindung im THz-Frequenzbereich zu ermöglichen, die so stabil ist, dass Daten auch drahtlos mit einer Rate von bis zu 400 GB/s transportiert werden können.

Damit wagt das Projekt Terranova einen Schritt in Richtung zukünftiger Datennetze und plant Kommunikation, die über das Potential von 5G-Netzen hinausgeht.

**■ Kontakt:**

Dr. Anne-Julie Maurer  
Telefon +49 761 5159-282  
anne-julie.maurer@iaf.fraunhofer.de  
Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik IAF  
Tullastraße 72  
79108 Freiburg  
www.iaf.fraunhofer.de

**Fraunhofer HHI überträgt live 360°-Panoramavideo mit HEVC**

Das Fraunhofer HHI hat gemeinsam mit der SES S.A. ein 10K x 2K-Panorama-Videosignal live via Satellit zur interaktiven Darstellung auf Ultra-HD-Fernsehgeräte übertragen. Dafür wurde die Panoramakamera OmniCam-360 des Fraunhofer HHI an belebten Plätzen in Luxemburg aufgestellt. Der Zuschauer konnte mit einer Fernbedienung im 360-Grad-Panorama navigieren sowie heran- oder herauszoomen. Dank des hocheffizienten HEVC-Encoders ist es möglich, die große Datenmenge des Panoramavideos soweit zu komprimieren, dass sie über Satellit übertragen werden kann.

**INVIA – Assistenzsystem für Landmaschinen**

Im Rahmen des Projekts INVIA arbeitet das Fraunhofer ESK mit Partnern aus Industrie und Wissenschaft an der Entwicklung eines Assistenzsystems für landwirtschaftliche Maschinen. Dieses vereinfacht nicht nur Diagnose- und Serviceprozesse, sondern stellt auch Trainings für verschiedene Anwendungsszenarien der komplexen Maschinen bereit. Das System ist speziell für den Gebrauch im ländlichen Raum ausgelegt, da die grundlegenden Funktionen auch bei temporär unterbrochener Mobilfunkverbindung verfügbar sind.

*Im Projekt INVIA forschen sieben Projektpartner an mobilen, cloudgestützten Assistenzsystemen für Landmaschinen. © MEV Verlag*



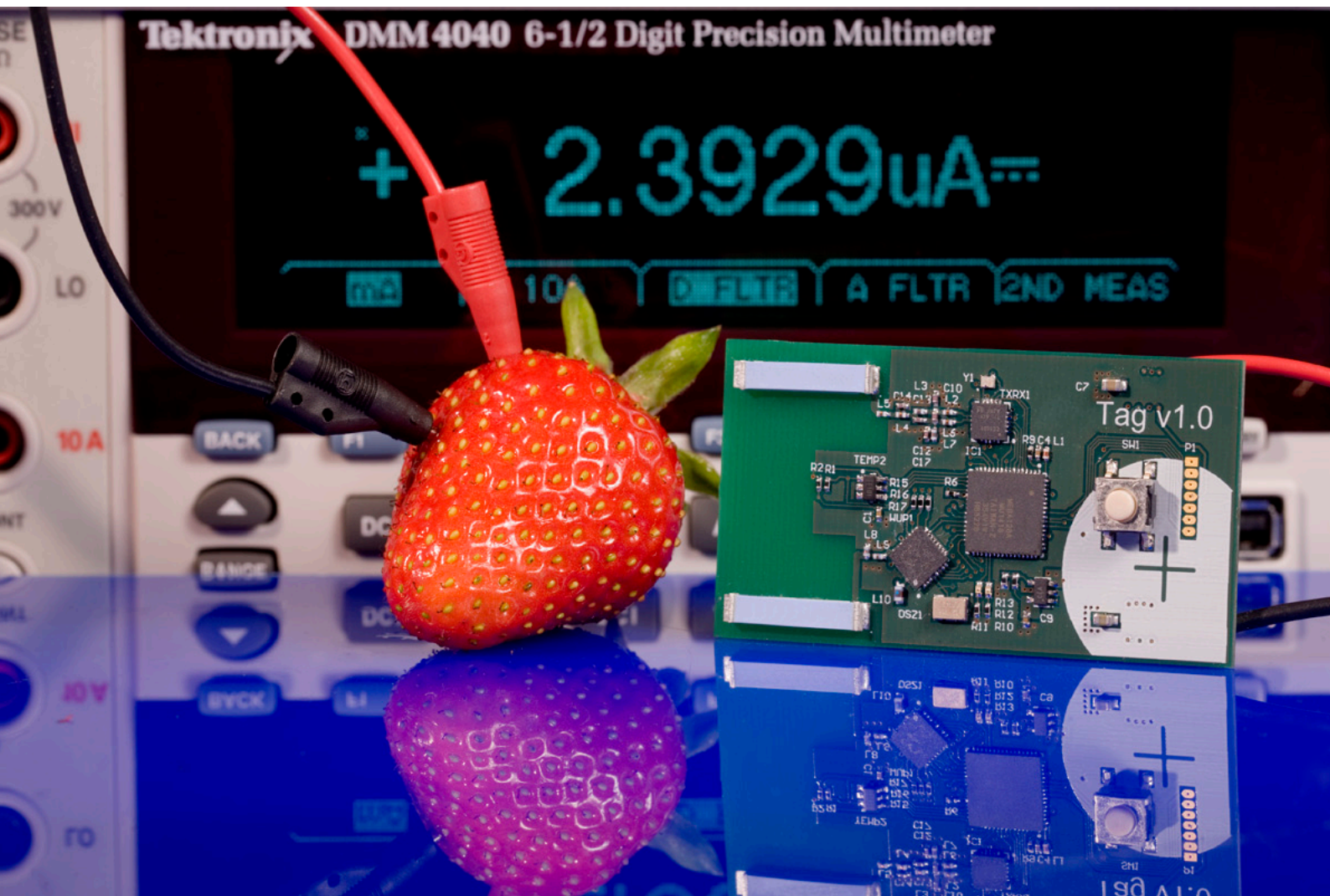
Die Omnicam ermöglicht die Aufnahme von Videos in einem 360°-Panoramaformat. © Fraunhofer HHI

**■ Kontakt:**

Anne Rommel  
Telefon +49 30 31002-353  
anne.rommel@hhi.fraunhofer.de  
Fraunhofer-Institut für Nachrichtentechnik, Heinrich-Hertz-Institut, HHI  
Einsteinufer 37  
10587 Berlin  
www.hhi.fraunhofer.de

**■ Kontakt:**

Michael Stiller  
Telefon +49 89 547088-346  
michael.stiller@esk.fraunhofer.de  
Fraunhofer-Institut für Eingebettete Systeme und Kommunikationstechnik ESK  
Hansastraße 32  
80686 München  
www.esk.fraunhofer.de



Ein Funkempfänger, der so wenig Energie benötigt, dass er sogar von einer »Erdbeer-Batterie« betrieben werden kann – unser Foto zeigt den Wakeup-Receiver des Fraunhofer IIS. Dieser arbeitet so stromsparend, dass er nur ein Tausendstel des Stromes einer LED benötigt. Eingesetzt wird die Technik zum Beispiel in drahtlosen Sensornetzen oder in der Gebäudeautomatisierung, aber auch zur Lokalisierung beweglicher Objekte in Gebäuden. © Fraunhofer IIS / Kurt Fuchs

## Impressum

Mikroelektronik Nachrichten Ausgabe 69  
Dezember 2017  
© Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik,  
Berlin 2017

Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik  
SpreePalais am Dom  
Anna-Louisa-Karsch-Straße 2  
10178 Berlin  
[www.mikroelektronik.fraunhofer.de](http://www.mikroelektronik.fraunhofer.de)

Der Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik – 1996 gegründet – bündelt die Kompetenzen von elf Fraunhofer-Instituten (plus sieben Gastinstitute) mit ca. 3000 Mitarbeitern. Im Vordergrund stehen die Vorbereitung und Koordination von interdisziplinären Forschungsvorhaben, die Durchführung von Studien und die Begleitung von Strategiefindungsprozessen.

## Redaktion:

Christian Lüdemann  
[christian.luedemann@mikroelektronik.fraunhofer.de](mailto:christian.luedemann@mikroelektronik.fraunhofer.de)

Lilli Brinkert  
[lilli.brinkert@mikroelektronik.fraunhofer.de](mailto:lilli.brinkert@mikroelektronik.fraunhofer.de)  
Maximilian Kunze  
[maximilian.kunze@mikroelektronik.fraunhofer.de](mailto:maximilian.kunze@mikroelektronik.fraunhofer.de)

Marco Krämer  
[marco.kraemer@mikroelektronik.fraunhofer.de](mailto:marco.kraemer@mikroelektronik.fraunhofer.de)  
Theresa Leberle  
[theresa.leberle@mikroelektronik.fraunhofer.de](mailto:theresa.leberle@mikroelektronik.fraunhofer.de)  
Katrin Tina Möbius  
[katrin.moebius@emft.fraunhofer.de](mailto:katrin.moebius@emft.fraunhofer.de)

Leonie Rausch  
[leonie.rausch@mikroelektronik.fraunhofer.de](mailto:leonie.rausch@mikroelektronik.fraunhofer.de)  
Akvile Zaludaite  
[akvile.zaludaite@mikroelektronik.fraunhofer.de](mailto:akvile.zaludaite@mikroelektronik.fraunhofer.de)

Abonnement der Mikroelektronik Nachrichten unter:  
[www.mikroelektronik.fraunhofer.de/de/abo](http://www.mikroelektronik.fraunhofer.de/de/abo)

Die Mikroelektronik Nachrichten werden auf Recyclingpapier aus 100% Altpapier gedruckt.





## ... hat heute Dr. Stephan Guttowski von der FMD

Herr Dr. Guttowski, die »Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland« FMD gibt es jetzt seit einigen Monaten. Welche Erfahrungen konnten Sie bereits sammeln?

Ich habe die Vielfalt innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft besser kennengelernt. Das war mir vorher nicht so bewusst und hat mich sehr beeindruckt. Außerdem habe ich erfahren, wieviel Fraunhofer-Know-how in Alltäglichem steckt – z. B. in den Weißlicht-LEDs. Diese hat das Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik IAF (zeitgleich mit der japanischen Firma Nichia) erfunden.

Sie sind Technologiepark-Manager für den Bereich »Heterointegration« in der FMD. Was kann man sich unter diesem Begriff vorstellen?

Heterointegration bezeichnet Technologien, die es ermöglichen, unterschiedliche Bauteile in einem Produkt zusammenzuführen. Die einzelnen Komponenten unterscheiden sich in vielen Eigenschaften, z. B. in Größe, Material, und müssen jeweils auf bestimmte Weise gehandhabt werden. Es geht also darum, Wege zu finden, wie diese unterschiedlichen Komponenten trotzdem in einem Produkt verwendet werden können.

Was sind Ihre Aufgaben in dieser Position?

Als Erstes muss ich die zehn Institute besuchen, die zu meinem Technologiepark gehören. In unseren Setup-Workshops verschaffe ich mir einen besseren Überblick über die vorhandenen Technologien und lerne die Kollegen kennen. Zusammen definieren wir im zweiten Schritt die Schnittstellen zwischen den einzelnen Prozessschritten. Der dritte Schritt ist die Entwicklung eines gemeinsamen Angebots aller zehn Institute für unsere Projektpartner in Industrie und Wissenschaft.

Ein Blick in die Zukunft: Was möchten Sie in fünf Jahren erreicht haben?

Mein Ziel ist es, ein vollständiges, aufeinander abgestimmtes und zukunftsfähiges Angebot zur Heterointegration zu entwickeln.

Welches Projekt von Kollegen aus anderen Fraunhofer-Instituten finden Sie besonders spannend?

Tatsächlich habe ich an jedem Institut erstaunliche Technologien gesehen. Ein Bei-

spiel sind die Projektoren des Fraunhofer-Instituts für Siliziumtechnologie ISIT in Itzehoe. Die Kollegen entwickeln und fertigen seit mehr als 20 Jahren Mikrospiegel aus Silizium, mit denen ein Laserstrahl extrem schnell abgelenkt werden kann. Für die Projektoren wird eine Spiegelplatte mit einem Durchmesser von etwa 1 mm zweiachsig an wenigen Mikrometer breiten Federn aufgehängt. Diese kann bis zu 70 Tausend Mal pro Sekunde hin- und her bewegt werden und damit einen Laserstrahl horizontal und vertikal ablenken. Durch die Ansteuerung einer roten, einer grünen und einer blauen Laserquelle synchronisiert zur Spiegelbewegung ist es möglich, hochaufgelöste Bilder zu projizieren. Solche Projektoren können beispielsweise im Automobil als Head-Up-Display eingesetzt werden. Diese Entwicklung vereint so viele technische Herausforderungen in sich – einfach irre.

Welche Erfindung möchten Sie im Alltag nicht mehr missen?

Als Hobby-Segler schätze ich das GPS-System sehr, das macht das Navigieren auf dem offenen Meer sehr viel sicherer.

Wofür hätten Sie gerne mehr Zeit?

Ich hätte gerne mehr Zeit zum Lesen – der Bücherstapel zuhause wächst stetig.

Und zu guter Letzt. Verraten Sie uns noch Ihr Lebensmotto?

Hinter jedem Menschen steckt eine spannende Geschichte, und das Schöne ist, wenn sie einem erzählt wird.

*Dr. Stephan Guttowski bei einem Vortrag am Tag der Energiewirtschaft 2017.  
© Berlin Partner / photothek.de*



*Dr. Stephan Guttowski.  
© Fraunhofer IZM / MIKA-fotografie  
Berlin*

### Zur Person:

Dr. Stephan Guttowski studierte Elektrotechnik mit dem Schwerpunkt Mess- und Automatisierungstechnik an der TU Berlin und promovierte anschließend im Bereich Elektromagnetische Verträglichkeit. Es folgte ein Post-Doc-Aufenthalt am Massachusetts Institute of Technology (M.I.T.) in Cambridge, USA. Nach seiner Rückkehr arbeitete er zunächst im Forschungslabor Elektrische Antriebe der DaimlerChrysler AG und wechselte 2001 in das Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM. Hier war er zunächst Leiter der Gruppe Advanced System Development, dann übernahm er die Abteilung System Design & Integration. Seit Juni 2017 ist er Technologiepark-Manager in der FMD und setzt sich in dieser Rolle für die institutsübergreifende Kooperation ein.

### ■ Kontakt:

Dr. Stephan Guttowski  
Telefon +49 30 46403-632  
stephan.guttowski@izm.fraunhofer.de  
Forschungsfabrik Mikroelektronik  
Deutschland  
c/o Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik  
Anna-Louisa-Karsch-Straße 2  
10178 Berlin  
www.forschungsfabrik-mikroelektronik.de