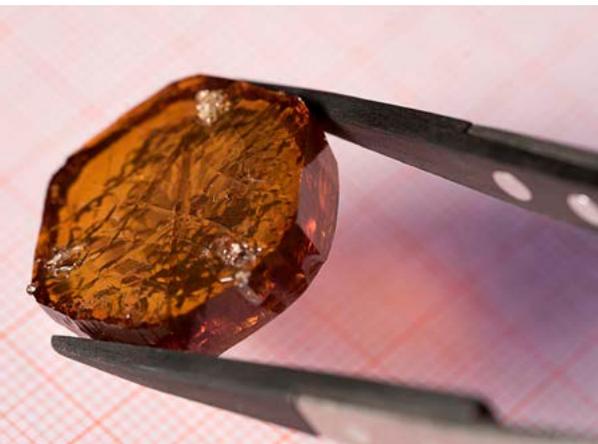


■ Aus der Forschungsfabrik

## Kleiner, schneller, energieeffizienter – Bauelemente für den digitalen Wandel

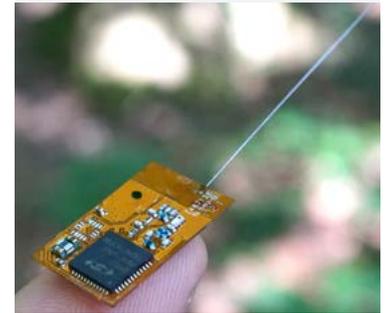


Hocheffiziente Leistungshalbleiter sollen die Voraussetzungen für vielfältige neue Anwendungen schaffen – darauf zielt das Projekt Leistungstransistoren auf Basis von Aluminiumnitrid (AlN) »ForMikro-LeitBAN«.

Beteiligt sind auch die FMD-Mitglieder Fraunhofer IISB und Leibniz FBH.

»» Seite 8

© Anja Grabinger / Fraunhofer IISB



Trackingsystem für die Tierforschung: Die DFG-Forschungsgruppe »BATS – Betriebs-Adaptive Tracking Sensornetze« hat ein Trackingsystem für Fledermäuse entwickelt.

© Simon Ripperger

» Seite 9

■ Im Gespräch I

## »Wir müssen die Stärken in Europa bündeln.«

Prof. Albert Heuberger, Leiter des Fraunhofer IIS, ist der neue Sprecher des Direktoriums des Fraunhofer-Verbunds Mikroelektronik. Im Interview spricht er über anstehende Herausforderungen und Projekte.

»» Seite 3

■ Kurz berichtet

## KI-Plattform für das autonome Fahren

»» Seite 17

■ Kurz berichtet

## Neues Fraunhofer-Institut erforscht Absicherung Künstlicher Intelligenz

»» Seite 18

■ Aus der Forschungsfabrik

## »Wir unterstützen den 5G- Netzausbau im Millimeter- wellenbereich.«

Dr. Stephan Guttowski spricht im Interview über das FMD-Angebot in der Hochfrequenzelektronik und die Herausforderungen im 5G-Netzausbau.

»» Seite 7

■ Kurz berichtet

## Applikationslabor für Quantensensorik

»» Seite 17

■ Das letzte Wort ...

## ... hat Dr. Jennifer Ruskowski vom Fraunhofer IMS

»» Seite 20



Optische Gehäuse mit schrägen Deckeln auf einem 200-mm-Glaswafer. © Fraunhofer ISIT

» Seite 15

■ Inhalt:

Veranstaltungskalender	Seite 2
Im Gespräch I	Seite 3
Im Gespräch II	Seite 4
Aus der Forschungsfabrik	Seite 6
Aus den Instituten	Seite 9
Kurz berichtet	Seite 14
Perspektive	Seite 19
Impressum	Seite 19



Seit 2011 leitet Prof. Heuberger das Fraunhofer IIS. Als Verbundsprecher möchte er u. a. die Zusammenarbeit der Fraunhofer-Institute voranbringen.

© Fraunhofer IIS / Karoline Glasow

#### Zur Person:

Prof. Heuberger ist seit 2011 Institutsleiter des Fraunhofer-Instituts für Integrierte Schaltungen IIS. Das Institut hat über 1100 Mitarbeitende; die Forschung orientiert sich an den zwei Leitthemen »Audio und Medientechnologien« sowie »kognitive Sensorik«. Prof. Heuberger ist unter anderem im Wissenschaftlich-Technischen Rat (WTR) der Fraunhofer-Gesellschaft, er ist Mitglied im Vorstand des Medical Valley Europäische Metropolregion Nürnberg (EMN) e.V., im Hochschulrat der Technischen Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm und der Hochschule Coburg sowie im Programm- und Ausschuss Kommunikation und Navigation der Deutschen Raumfahrtagentur. 2017 wurde er als Mitglied in die acatech, die Deutsche Akademie der Technikwissenschaften, berufen. Für seine Verdienste rund um die Fraunhofer-Gesellschaft erhielt er im Jahr 2019 die Fraunhofer-Medaille.

## »Wir müssen die Stärken in Europa bündeln.«

Prof. Albert Heuberger, Leiter des Fraunhofer IIS, ist seit dem 1. Januar 2020 der neue Sprecher des Direktoriums des Fraunhofer-Verbunds Mikroelektronik und Vorsitzender des Lenkungskreises der Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD). Im Interview spricht er über anstehende Herausforderungen und die Wichtigkeit der Zusammenarbeit mit europäischen Partnern.

**Prof. Heuberger, Mikroelektronik spielt in fast allen Lebensbereichen eine entscheidende Rolle. Die Digitalisierung ganzer Branchen bringt neue Anwendungen und Anforderungen mit sich. Welche Aufgaben sind damit verbunden?**

Die Anforderungen an die Mikroelektronik-Komponenten der nächsten Generation sind in meinen Augen vor allem Flexibilität, Daten- bzw. Energieeffizienz und Vertrauenswürdigkeit.

Für Sensoren brauchen wir modulare Plattformen, die sich an spezielle Anforderungen anpassen können. Der Trend zu starker Vernetzung in der Industrie und im Consumer-Bereich hält an, wobei ich glaube, dass nicht alle Daten in eine Cloud geschickt werden müssen und können. Für viele Anwendungen sind lokale Datenverarbeitung und Entscheidung wichtig. Dafür müssen wir energieeffiziente verteilte Komponenten entwickeln. Allgemein ist die Herausforderung, sich organisatorisch und technologisch so aufzustellen, dass man die unterschiedlichen Anforderungen der Industrie durch die Forschung bei Fraunhofer bedienen kann und dabei effizient zusammenarbeitet.

**Lassen Sie uns über die Grenzen Deutschlands blicken: Welche Herausforderungen bezüglich technologischer Souveränität sehen Sie für Europa, und wie können diese bewältigt werden?**

Auf europäischer Ebene müssen wir eine Lieferfähigkeit von Komponenten und Innovationen sicherstellen. Dafür wollen wir innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft das strategische Forschungsfeld »Next Generation Computing« vorantreiben. Die Themenfelder darin sind Neuromorphe Hardware, Trusted Computing und Quantum Computing. Auf allen Gebieten haben wir Kompetenzen, um technologische Beiträge zu liefern. Um einen wirklichen Impact als dritter Spieler neben den USA und China zu generieren, müssen wir die Stärken in Europa bündeln.

Das wollen wir tun, indem wir mit den sogenannten »Research and Technology Organisations« (RTOs) in Europa zusammenarbeiten.

Das gelingt durch die Organisation der Zusammenarbeit zwischen den RTOs und durch Investitionen in die technologische Infrastruktur. Dafür brauchen wir die Unterstützung der Europäischen Kommission, die innerhalb des Horizon Europe Programms Infrastruktur und Projekte fördert. Die FMD gilt hier als Vorbild, wenn es darum geht, verschiedene Institutionen mit einer gemeinsamen Strategie und mit gebündelten Angeboten an die Industrie aufzustellen.

**Davon abgesehen: Wo möchten Sie als Sprecher des Verbunds Mikroelektronik besondere Akzente setzen?**

Als Sprecher bin ich u. a. für die Organisation der Zusammenarbeit der Mikroelektronik-Institute zuständig. Dabei liegt mir am Herzen, die Geschäftsstelle der FMD und des Verbunds gut weiterzuführen und in der Ausgestaltung der strategischen Initiativen mit einzubinden.

Außerdem möchte ich den Stellenwert der Mikroelektronik bei der Industrie und bei der Politik stärken. Wir alle wissen, dass Mikroelektronik die Querschnittstechnologie ist, die in alle Branchen hineinwirkt. Daher brauchen wir ein Bewusstsein für die Wichtigkeit technologischer Souveränität und für die Chancen bei der Entstehung neuer Industrien durch Fortschritte in der Mikroelektronik. Dafür müssen gemeinsam auftreten, indem wir die Zusammenarbeit der Fraunhofer-Institute weiter voranbringen. Dafür möchte ich mich als Sprecher des Verbunds zusammen mit meinem Stellvertreter Christoph Kutter und dem Direktorium einsetzen.

**Vielen Dank für das Gespräch!**

## »Eine klare Strategie führte zum Erfolg.«

Neun Jahre war Prof. Hubert Lakner, Leiter des Fraunhofer IPMS, Sprecher des Direktoriums des Fraunhofer-Verbunds Mikroelektronik und seit April 2017 Vorsitzender des Lenkungskreises der Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD). Wir haben gemeinsam mit Prof. Lakner auf seine Amtszeit zurückgeblickt.



**»Im Rahmen der INC-Konferenzserie war der Verbund Mikroelektronik international vertreten. Der Austausch auf Augenhöhe mit den Partnern in Europa, USA und Japan war mir wichtig.«**

**Mai 2012** Die 8th International Nanotechnology Conference on Communication and Cooperation (INC8) in Japan: Der Verbund Mikroelektronik erhält das Mandat zur Ausrichtung der internationalen Konferenz im Jahr 2013 in Berlin. © Toyohiro Chikyo (NIMS)

**»Der Verbund Mikroelektronik ist innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft ein starker Verbund. Oft waren wir Pilot – zum Beispiel beim Erstellen einer Verbundstrategie.«**



**Mai 2016** Fraunhofer-Präsident Prof. Reimund Neugebauer überreicht Prof. Lakner für seine Verdienste die Fraunhofer-Medaille. Die Ehrung fand im Rahmen der Festveranstaltung zum 20-jährigen Verbundjubiläum statt. © Fraunhofer Mikroelektronik / Grützner

**Zur Person:**

Prof. Hubert Lakner studierte Physik an der Eberhard-Karls-Universität zu Tübingen. Nach einjähriger Industrietätigkeit in der Entwicklung von Beschichtungsprozessen wechselte er 1987 an die Gerhard-Mercator-Universität – GH – Duisburg, wo er an Forschungsprojekten im Bereich der Nanocharakterisierung von me-

soskopischen Verbindungs-Halbleitersystemen mitarbeitete und 1993 promovierte. Seit Januar 2003 ist Prof. Lakner der geschäftsführende Institutsleiter des Fraunhofer-Instituts für Photonische Mikrosysteme IPMS. Parallel dazu erhielt er einen Ruf auf eine Professur an der Technischen Universität Dresden. Von Januar 2011 bis Dezember 2019 hatte Prof. Lakner das Amt

des Direktoriumssprechers des Fraunhofer-Verbands Mikroelektronik inne. Seit April 2017 war er zusätzlich Vorsitzender des Lenkungskreises der FMD. Sein Stellvertreter für diese drei Amtszeiten war Prof. Anton Grabmaier, Leiter des Fraunhofer IMS in Duisburg.

**»Über eine klare Strategie zum Erfolg. Die FMD ist ein schönes Beispiel für konsequente strategische Arbeit und hat alle Institute des Verbands Mikroelektronik vorangebracht.«**

**April 2017** Übergabe des Bewilligungsbescheids zur Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD) durch die damalige Ministerin für Bildung und Forschung Prof. Johanna Wanka. © Fraunhofer Mikroelektronik / Grützner



**Juni 2018** Unterzeichnung eines Kooperationsvertrags zwischen Leti und dem Verbund Mikroelektronik: Staatssekretär im Bundesministerium für Bildung und Forschung Dr. Georg Schütte, Prof. Dr. Hubert Lakner, Deputy Director CEA Technology Jean-Frédéric Clerc, Generaldirektor im französischen Ministerium für Hochschulen, Forschung und Innovation Alain Beretz (v. l. n. r.). © BMBF / Reiner Zensen

**»In der Mikroelektronik ist Frankreich in Forschung, Entwicklung und Produktion der wichtigste Partner Deutschlands in Europa. Gemeinsam konnten wir so einiges bewegen.«**



# MOSHEMT – neuartige Transistor-Technologie erreicht Rekordfrequenzen

Forschenden am Fraunhofer IAF ist es gelungen, eine neue Art von Transistoren mit extrem hohen Grenzfrequenzen zu entwickeln: Metall-oxidhalbleiter-HEMTs, kurz MOSHEMTs. Dafür haben sie die Schottky-Barriere des klassischen HEMTs durch ein Oxid ersetzt. Entstanden ist ein Transistor, der noch kleinere und leistungsfähigere Bauteile ermöglicht und bereits eine Rekordfrequenz von 640 GHz erreicht hat.

In den vergangenen Jahren wurden die Hochfrequenzeigenschaften von High-Electron-Mobility-Transistoren (HEMTs) kontinuierlich verbessert. Die Transistoren wurden immer schneller, indem die Gatelänge auf bis zu 20 nm herunterskaliert wurde. Allerdings stößt der HEMT bei diesen kleinen Strukturgrößen auf ein Problem: Je dünner das Barrierenmaterial aus Indium-Aluminiumarsenid (InAlAs) wird, desto mehr Elektronen fließen vom ladungsführenden Kanal durch das Gate ab. Diese unerwünschten Gate-Leckströme wirken sich negativ auf die Leistungsfähigkeit und die Lebensdauer des Transistors aus. Der klassische HEMT ist bei dieser Transistorgeometrie an seinem Skalierungslimit angelangt. Auch bei Silizium-MOSFETs (Metall-Oxid-Halbleiter-Feldeffekttransistoren) tritt dieses Problem auf. Allerdings verfügen sie über eine Oxidschicht, die die ungewollten Leckströme länger unterbinden kann.

## Kombination der Vorteile beider Transistor-Technologien

Forschende am Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik IAF haben die Vorteile von III/V-Halbleitern und Si-MOSFETs kombiniert und die Schottky-Barriere des HEMTs durch eine isolierende Oxidschicht ersetzt. Entstanden ist eine neue Art von Transistor: der Metalloxidhalbleiter-HEMT, kurz MOSHEMT. »Wir haben ein neues Bauelement entwickelt, das das Potenzial besitzt, weit über das hinaus zu gehen, was bisherige HEMTs leisten können. Der MOSHEMT ermöglicht es uns, ihn noch weiter zu skalieren und damit noch schneller und leistungsfähiger zu machen«, erklärt Dr. Arnulf Leuther, Forscher im Bereich der Hochfrequenzelektronik. Mit der neuen Transistor-Technologie ist es Leuther und seinem Team gelungen, einen Rekord in der maximalen Oszillationsfrequenz von 640 GHz zu erreichen. »Das übertrifft den weltweiten Stand der Technik für jegliche MOSFET-Technologie, einschließlich Silizium-MOSFETs.«

## Hohe Barriere gegen Leckströme

Um die zunehmenden Gate-Leckströme zu überwinden, mussten die Forschenden ein Material mit deutlich höheren Barrieren als die klassische Schottky-Barriere einsetzen. So haben sie das Halbleiter-Barrierenmaterial durch eine Kombination isolierender Schichten bestehend aus Aluminiumoxid ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) und Hafniumoxid ( $\text{HfO}_2$ ) ersetzt. Der Gate-Leckstrom wurde um den Faktor 1000 reduziert.

## Weltweit erste integrierte Schaltung mit MOSHEMTs

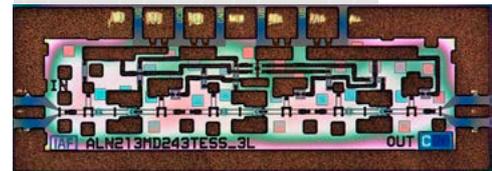
Der ultra-schnelle MOSHEMT ist für den Frequenzbereich oberhalb von 100 GHz ausgelegt und damit für Kommunikations-, Radar- sowie Sensoranwendungen von besonderem Interesse. Hochleistungsfähige Bauelemente sollen in Zukunft für eine schnellere Datenübertragung zwischen Funkmasten sorgen, abbildende Radarsysteme für das autonome Fahren. Sie werden zudem eine höhere Auflösung und Genauigkeit von Sensoren ermöglichen. Doch bis der MOSHEMT den Weg in die Anwendung findet, wird es noch einige Jahre dauern. Die Forschenden am Fraunhofer IAF sind jedoch bereits einen Schritt weiter: Es ist ihnen gelungen, den weltweit ersten Verstärker-MMIC (Monolithic Microwave Integrated Circuit) auf Basis von InGaAs-MOSHEMTs für den Frequenzbereich zwischen 200 GHz und 300 GHz zu realisieren.

## Technologieplattform »Microwave & Terahertz« in der Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland

Die Transistor-Technologie ist im Rahmen der FMD entstanden. Das Fraunhofer IAF ist neben zehn weiteren Instituten Teil der Plattform. Sie fokussiert sich auf Technologien und Kompetenzen, die erforderlich sind, um Leading-edge-Bauelemente und Schaltungen für Frequenzen von Mikrowellen bis in den THz-Bereich hinein zu realisieren. Einblicke in die Arbeit der Plattform gibt Dr. Stephan Guttowski (siehe S. 7).



W-Band-Modul mit MOSHEMT-Verstärker. © Fraunhofer IAF



Verstärkerschaltung mit MOSHEMT-Transistoren bei 243 GHz. © Fraunhofer IAF

### ■ Kontakt

Jennifer Funk  
Telefon +49 761 5159-418  
jennifer.funk@iaf.fraunhofer.de  
Fraunhofer-Institut für Angewandte  
Festkörperphysik IAF  
Tullastraße 72  
79108 Freiburg  
www.iaf.fraunhofer.de



Dr. Stephan Guttowski ist Ansprechpartner für die Technologieplattform »Microwave & Terahertz«.  
© Fraunhofer Mikroelektronik

#### 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 FMD-Technologiepark-Manager für Heterointegration.

Weitere Informationen zum Angebot der Technologieplattform »Microwave & Terahertz« gibt es unter:  
[www.forschungsfabrik-mikroelektronik.de/mwandterahertz](http://www.forschungsfabrik-mikroelektronik.de/mwandterahertz)

#### ■ Kontakt:

Dr. Stephan Guttowski  
Telefon +49 30 4005591-40  
[stephan.guttowski@mikroelektronik.fraunhofer.de](mailto:stephan.guttowski@mikroelektronik.fraunhofer.de)  
Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD)  
Anna-Louisa-Karsch-Straße 2  
10178 Berlin  
[www.forschungsfabrik-mikroelektronik.de](http://www.forschungsfabrik-mikroelektronik.de)

## »Wir unterstützen den 5G-Netzausbau im Millimeterwellenbereich.«

Herr Dr. Guttowski, Sie sind Ansprechpartner für die Technologieplattform »Microwave & Terahertz«. In welchem Bereich liegt der Schwerpunkt dieser Plattform?

Als Teil unseres Technologieangebots bündelt die Technologieplattform »Microwave & Terahertz« die FMD-Kompetenzen im Bereich Hochfrequenzelektronik – mit dem Ziel, diese für Industrie- und Forschungspartner zugänglich zu machen. Durch das Zusammenfügen der an den Instituten verteilten Kompetenzen können wir eine umfassende Wertschöpfungskette für HF-Technologie und komplette Lösungen anbieten: vom Design über die Herstellung und Integration in Modulen und Systemen bis hin zur elektrischen Charakterisierung, dem Test und der Zuverlässigkeitsprüfung.

Mit welchen Forschungsthemen und Technologien befasst sich die Plattform?

Unsere Hauptforschungsthemen sind derzeit die Heterointegration von III-V-Bauelementen mit CMOS auf Wafer- und Modulebene, um moderne Kommunikations- und Radarsysteme zu ermöglichen.

Wir konzentrieren uns vor allem auf zukunftsweisende Anwendungen, insbesondere aus den Bereichen Kommunikation und Sensorik. Hier sind exemplarisch die Themenfelder Fahrzeugumfeldererkennung für autonom fahrende Autos und 5G zu nennen.

Können Sie dafür Beispiele nennen?

Um die überlegenen physikalischen Eigenschaften von Verbindungshalbleitern in Anwendungen auszunutzen, müssen die daraus gefertigten Bauelemente idealerweise mit CMOS-Technologien kombinierbar sein. So können die Herstellungskosten reduziert und preislich vergleichbare Bauelemente als Konkurrenz zu reinen Siliziumchips angeboten werden. Als Beispiel sind MOSHEMTs zu nennen (siehe S. 6).

Aber auch die moderne Radartechnologie, die derzeit überwiegend in der SiGe-Technologie realisiert wird, ist für uns interessant. Sie findet beispielsweise ihre Anwendung in der Weltraumüberwachung oder in der Sensorik. Intelligente, radarbasierte Sensoren – beispielsweise für die Fahrzeugumfeldererkennung – ermöglichen durch Adaption der Wellenform eine Anpassung an die Umgebung. Verbunden mit selbstlernenden Systemen (KI) zur Klassifizierung entstehen kognitive Radarsysteme.

Sie haben die Realisierung von modernen Kommunikationssystemen erwähnt. Inwieweit ist das Thema 5G in der Plattform präsent?

Im Zuge des angestrebten Netzausbaus von 5G für Frequenzen oberhalb von 6 GHz, d. h. im mm-Wellen Bereich, der EU-weit ab 2023 beginnen soll, ändern sich die technologischen Anforderungen und der Aufbau von 5G-Basisstationen grundlegend. Bei diesen Basisstationen richten sich erhöhte Anforderungen an die Entwicklung, die Integration der einzelnen Komponenten, die Signallaufzeiten und die Datenverarbeitung. Für diesen Frequenzbereich ist das bestehende LTE-Netz, das für die 5G-Frequenzen unterhalb 6 GHz genutzt wird, nicht geeignet.

Welche Konsequenzen zieht das nach sich?

Die erhöhten Anforderungen werden vor allem an den Basisstationen sichtbar, die noch aufgebaut werden müssen. Die Dichte dieser Stationen für 5G im mm-Wellen Bereich wird deutlich größer sein müssen – wir sprechen an dieser Stelle von Abständen im Bereich einiger hundert Meter. Damit ist das Thema Energieverbrauch ausschlaggebend. Als Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland besitzen wir an vielen Stellen der Wertschöpfungskette umfassendes Know-How, um den angestrebten Netzausbau mit Technologie aus Deutschland und Europa zu unterstützen.

Wie geht die FMD mit ihrer Technologieplattform diese aktuellen Problemstellungen an?

Unsere Aufgabe ist es, die dezentral-verteilten Kompetenzen einzusammeln und entlang der Wertschöpfungskette zu einem Gesamtprodukt zu bündeln. Dadurch stellen wir sowohl einen Mehrwert für unsere Institute als auch Industriepartner dar. Nehmen wir das Beispiel 5G: Die Kompetenzen, Komponenten für 5G-Basisstationen zu entwickeln, sind über Jahre von unseren Mitgliedsinstituten in Forschungsprojekten mit Industriepartnern aufgebaut worden. Nun müssen wir diese Kompetenzen zusammenbringen, um ein gemeinsames Angebot zu realisieren.

Vielen Dank für das Gespräch!

Das Interview führte Vanessa Dehn.

# Kleiner, schneller, energieeffizienter – leistungsstarke Bauelemente für den digitalen Wandel

Hocheffiziente Leistungshalbleiter sollen die Voraussetzungen für vielfältige neue Anwendungen schaffen – von der Elektromobilität bis hin zur Künstlichen Intelligenz (KI). Darauf zielt das kürzlich gestartete Projekt »Leistungstransistoren auf Basis von Aluminiumnitrid (AlN) (ForMikro-LeitBAN)« ab, an dem auch die FMD-Mitglieder Fraunhofer IISB und Leibniz FBH beteiligt sind.

Smarte Energieversorgung, Elektromobilität, breitbandige Kommunikationssysteme und KI-Anwendungen – die Anzahl miteinander agierender und vernetzter Systeme wächst stetig. Das steigert jedoch auch den Primärenergieverbrauch. Insbesondere die Umwandlung elektrischer Energie in die von der spezifischen Anwendung benötigte Form bringt Verluste mit sich – allein in Europa bereits jetzt schätzungsweise mehr als drei Terawattstunden. Das entspricht der Elektrizitätsmenge, die von einem mittleren Kohlekraftwerk produziert wird. Perspektivisch sind diese Verluste ökologisch und ökonomisch nicht mehr tragbar. Um dennoch Anwendungen in Industrie 4.0, KI und Co. zu ermöglichen, werden in ForMikro-LeitBAN technologische Maßnahmen zur Effizienzsteigerung erforscht.

## Neue Halbleitermaterialien können Energie einsparen und den CO<sub>2</sub>-Ausstoß deutlich verringern

Grundvoraussetzung dafür sind effizient schaltende Leistungshalbleiter, die eine hohe Energiedichte ermöglichen. In großem Maßstab eingesetzt, ließe sich mit ihnen spürbar Energie einsparen – ein relevanter Beitrag zur CO<sub>2</sub>-Reduzierung. Um die Effizienz von Systemen zu steigern, müssen statische und dynamische Verlustleistungen reduziert werden. Jedoch sind mit gängigen Leistungsbauelementen auf Siliziumbasis kaum noch Effizienzsteigerungen möglich. Daher müssen neue Halbleitermaterialien mit verbesserten Eigenschaften erforscht und zur Marktreife gebracht werden.

## Aluminiumnitrid – Ausgangsmaterial mit Potenzial

Die Projektpartner setzen auf Aluminiumnitrid. Das für elektronische Anwendungen bislang wenig erforschte Halbleitermaterial bietet, im Vergleich mit Silizium-Bauelementen, einen bis zu 10 000-fach geringeren

Durchlassverlust. Es zeichnet sich zudem durch eine sehr hohe Durchbruchspannungsfestigkeit und Wärmeleitfähigkeit aus – ideale Voraussetzungen für Leistungshalbleiter mit hoher Energiedichte und -effizienz. Freistehende isolierende AlN-Wafer sollen als Materialbasis eingesetzt und qualifiziert werden. Gegenüber einer AlN-Epitaxie auf Fremdsubstraten, wie etwa Siliziumkarbid, kann die Versetzungsdichte um fünf Größenordnungen reduziert werden. Das bietet das Potenzial für schnell und effizient schaltende Bauelemente bei gleichzeitig hoher Zuverlässigkeit.

## Volle Prozesskette – vom Kristallwachstum bis zu Systemdemonstratoren

Die neuartigen AlN-Bauelemente bauen konzeptionell auf der gut erforschten GaN-Technologie auf. Neu ist der Übergang von den üblichen Fremdsubstraten wie Siliziumkarbid, Saphir oder Silizium auf freistehende AlN-Substrate. ForMikro-LeitBAN erforscht die Entwicklung derartiger AlN-Wafer und testet diese in einem speziell zugeschnittenen Bauelementprozess. Testsysteme für Millimeterwellen-Anwendungen und für leistungselektronische Energiekonverter qualifizieren die neuen hocheffizienten AlN-Bauelemente für die Anwendungen in entsprechenden Systemen. Sie bereiten den Transfer dieser Technologie in eine industrielle Umgebung vor. Dies ist im Rahmen eines Folgeprojekts geplant. Ein Industriebeirat unterstützt die Arbeiten im Konsortium: Infineon für die Leistungselektronik, UMS für die Millimeterwellen-Technik und III/V-Reclaim für die Wiederverwertung der AlN-Wafer.

Das Vorhaben wird bis 2023 mit 3,3 Mio. € vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) im Programm ForMikro gefördert.



Aluminiumnitrid-Kristall als Halbleitergrundmaterial für leistungselektronische Bauelemente.  
© Anja Grabinger / Fraunhofer IISB

## ForMikro-LeitBAN

Folgende Partner beteiligen sich an »ForMikro-LeitBAN« und decken gemeinsam die komplette Wertschöpfungskette ab – vom AlN-Wafer bis hin zum Millimeterwellen- oder leistungselektronischen System:

- Ferdinand-Braun-Institut FBH: AlN-Bauelementdesign und -Entwicklung (Projektkoordination)
- Fraunhofer IISB: AlN-Kristallzucht, Waferherstellung
- Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg: AlN-Millimeterwellen-Systeme
- Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg: Materialanalytik
- Technische Universität Bergakademie-Freiberg: Prozessmodulentwicklung, Analytik
- Technische Universität Berlin: AlN-Leistungselektronische Systeme

## ■ Kontakt

Dr. Elke Meißner  
Telefon +49 9131 761-136  
elke.meissner@iisb.fraunhofer.de  
Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB  
Schottkystraße 10  
91058 Erlangen  
www.iisb.fraunhofer.de

Dr.-Ing. Joachim Wuerfl  
Telefon +49 30 6392 2690  
Hans-Joachim.Wuerfl@fbh-berlin.de  
Ferdinand-Braun-Institut, Leibniz-Institut für Höchstfrequenztechnik FBH  
Gustav-Kirchhoff-Straße 4  
12489 Berlin  
www.fbh-berlin.de



Fledermaus mit dem Sensor.  
© Simon Ripperger

## Trackingsystem für die Tierforschung

Die DFG-Forschungsgruppe »BATS – Betriebs-Adaptive Tracking Sensor-netze«, an der auch das Fraunhofer IIS beteiligt war, hat ein Tracking-system für Fledermäuse entwickelt.

### Fledermausforschung leicht gemacht

Das Trackingsystem BATS erleichtert die Erforschung sozialer Netzwerke in der Tierwelt. Ein Sensorsystem erfasst automatisch Parameter wie die individuellen Flugbahnen und den Puls der Tiere. Passiert das Tier eine der Basisstationen am Boden, werden die gesammelten Daten automatisch übertragen und weiterverarbeitet. Mit einem Gesamtgewicht von gerade einmal 2 g inkl. Gehäuse und autonomer Energieversorgung eignet es sich auch zur Überwachung kleiner Tiere, ohne sie zu beeinträchtigen.

### Fledermäuse – eine herausfordernde Anwendung

Das Trackingsystem wurde in mehreren Feldaufenthalten in Berlin, der Fränkischen Schweiz und Panama an Fledermäusen er-

probt und optimiert. BATS liefert eine Technologie, die auch bei anderen Kleinwirbeltieren wie Vögeln oder Eidechsen zum Einsatz kommen könnte. Ebenso ist eine Anwendung zur Überwachung der Gesundheit von Nutztieren zur Verbesserung der individuellen Haltungsbedingungen vorstellbar.

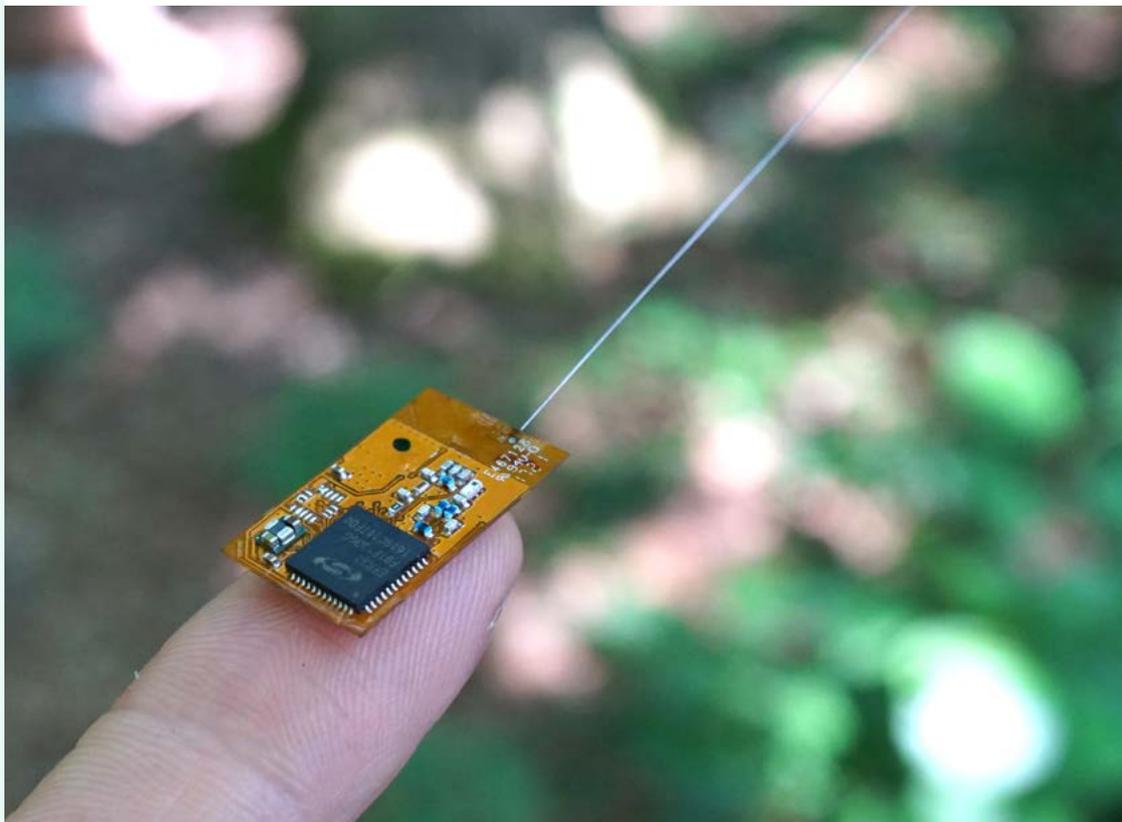
BATS wurde von einer interdisziplinären Forschungsgruppe aus den Bereichen Elektronik, Informatik und Biologie entwickelt; das Projekt wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert. Das Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS unterstützte die DFG-Forschungsgruppe bei der Entwicklung der Basisstationen, d. h. der Infrastruktur am Boden, deren vornehmliche Aufgabe das Tracking ist.

### BATS

Neben dem Fraunhofer IIS waren folgende Partner an dem Projekt beteiligt:

- Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (Projektleitung)
- Museum für Naturkunde Berlin
- Technische Universität Braunschweig
- Universität Paderborn
- Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg
- Universität Bayreuth

Die hier abgebildete Platine wiegt nur ca. 0,5 g, der fertige, eingehauste Sender in der robustesten Form 1,8 g. Damit werden die Fledermäuse vollautomatisch und sekundengenau überwacht, ohne sie zu beeinträchtigen. © Simon Ripperger



### ■ Kontakt:

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

## Umweltrisken minimieren – aber wie?

Dr. Max Marwede, Forscher am Fraunhofer IZM und aktiver Befürworter der Kreislaufwirtschaft, berichtet in seinem Interview von Möglichkeiten zur Veränderung der traditionellen linearen Wirtschaft, die nicht nur negative Auswirkungen auf die Umwelt verringern, sondern auch neue Geschäftsmöglichkeiten schaffen können.

### Was ist eine Kreislaufwirtschaft?

Der derzeit populäre Begriff Kreislaufwirtschaft (circular economy) wurde von der Ellen MacArthur Foundation und McKinsey geprägt. Dieser Begriff kombiniert die verschiedenen Aspekte mehrerer Konzepte wie Ökodesign, Cradle-to-Cradle, Blue Economy oder Biomimicry.

Unter Kreislaufwirtschaft versteht man die Ökonomie geschlossener Stoffkreisläufe, die Produkte durch Reparatur und Wartung, Wiederverwendung und Wiederaufarbeitung möglichst lange am Leben erhält und damit den Wert der investierten Ressourcen über den gesamten Lebenszyklus des Produkts ausschöpft. Der wesentliche Schwerpunkt der Kreislaufwirtschaft liegt auf der Kombination von Geschäftsmodellentwicklung und Produktdesign, d. h. ein Produkt zuverlässig, robust und reparierbar gestalten, um es in »sharing«- oder »pay-per-service«-Angeboten vertreiben zu können.

Die Wissenschaft leistet zurzeit einen großen Beitrag zur nachhaltigen Prozess- und Produktentwicklung sowie zur Nutzung von Mikroelektronik zur Optimierung von Prozessen, Produkt- und Ressourcenströmen. Es existieren jedoch große Herausforderungen bei der Umsetzbarkeit, besonders auf unternehmerischer und menschlicher Ebene. Einerseits herrscht bei vielen Unternehmen Unsicherheit, wie sie dieses Konzept wirtschaftlich umsetzen können und andererseits ist die Nachhaltigkeit in der Denkweise vieler Menschen immer noch nicht tief genug verankert.



### Welche lokalen und globalen Vorteile bietet die Umsetzung der Kreislaufwirtschaft?

Die Umsetzung bietet auf der Organisations-ebene eine Optimierung der Kundenbindung sowie bessere Netzwerke in der Lieferkette und entlang der gesamten Wertschöpfungskette des Produktlebenszyklus. Dabei helfen die Methoden der Kreislaufwirtschaft, interne Unternehmensprozesse, Produkte und Dienstleistungen zu verbessern und somit Kosten und die Umweltbelastung zu reduzieren. Die Philosophie der Kreislaufwirtschaft führt außerdem zu einer Bindung und einem größeren Engagement der Mitarbeitenden. Konkrete Ziele sind unter anderem die Minderung der Treibhausgasemissionen, die Reduzierung der Umweltauswirkungen beim Abbau von Rohmaterialien sowie der Minimierung des gesamten Materialverbrauchs bei der Produktion. Giftige und schädliche Substanzen, die zur Beeinträchtigung der Umwelt, der Natur, der Tiere und der Menschen beitragen, sollen im größtmöglichen Umfang substituiert werden.

### Welche Dienstleistungen bietet das Fraunhofer IZM zum Thema Kreislaufwirtschaft an?

Die Abteilung Environmental and Reliability Engineering am Fraunhofer IZM bietet unter anderem die zweitägige Schulung Eco-Design Learning Factory an, bei der in einem interaktiven und interdisziplinären Training die Methoden für die Entwicklung eines kreislaufförmigen Systems geeigneter Geschäftsmodelle vermittelt wird. Ansonsten forschen und beraten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern des Instituts zu Ökodesign von Produkten, zur Lebenszyklusmodellierung (LCA), zur Zuverlässigkeit von Produkten sowie zur aktuellen Gesetzgebung.

Das vollständige Interview finden Sie unter [blog.izm.fraunhofer.de](http://blog.izm.fraunhofer.de)

Schulung Lernfabrik Ökodesign.  
© Fraunhofer IZM



Dr. Max Marwede arbeitet in der Abteilung »Environmental and Reliability Engineering« am Fraunhofer IZM. © Fraunhofer IZM

#### ■ Kontakt:

Dr. Max Marwede  
Telefon +49 30 46403-7989  
[max.marwede@izm.fraunhofer.de](mailto:max.marwede@izm.fraunhofer.de)  
Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM  
Gustav-Meyer-Allee 25  
13355 Berlin  
[www.izm.fraunhofer.de](http://www.izm.fraunhofer.de)



Blockheizkraftwerk und Warmwasserspeicher im Keller des Fraunhofer IISB.  
© Kurt Fuchs / Fraunhofer IISB

## Lastspitzenreduktion mit Blockheizkraftwerk

Das Fraunhofer IISB hat ein neues Blockheizkraftwerk in seine Betriebsinfrastruktur integriert. Mit einer speziellen Betriebsstrategie wurde die Anlage für die Lastspitzenreduktion optimiert.

In einem Blockheizkraftwerk (BHKW) wird ein Generator durch einen Verbrennungsmotor betrieben. Um den Gesamtwirkungsgrad zu maximieren, wird zudem die entstehende thermische Energie für die Wärmeversorgung genutzt. Dadurch eignen sich BHKWs sowohl für die Beheizung privater Wohnanlagen als auch die Energieversorgung energieintensiver Industrien.

### Wärmespeicher optimieren die Laufzeit

Das neue BHKW am Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB wurde zusätzlich um ein Wärmespeichersystem erweitert. Dadurch kann das BHKW weitestgehend unabhängig vom aktuellen Wärmebedarf und somit zeitlich flexibler betrieben werden. Dies maximiert die Jahreslaufzeit und beschleunigt somit den Kostenausgleich der Anlage.

### Lastspitzenreduktion verringert Stromkosten

Mit einer eigens entwickelten Betriebsstrategie für das BHKW konnten die Lastspitzen

des Instituts um 20 % reduziert werden. Lastspitzen sind temporäre starke Anstiege des Stromverbrauchs, die den Leistungspreis erheblich erhöhen können. Die Reduktion von Lastspitzen verringert folglich die resultierenden Stromkosten.

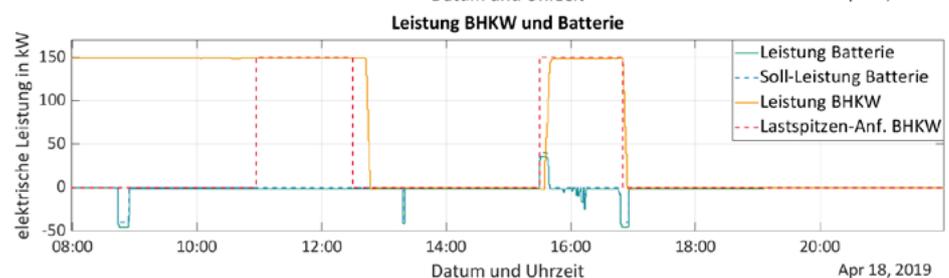
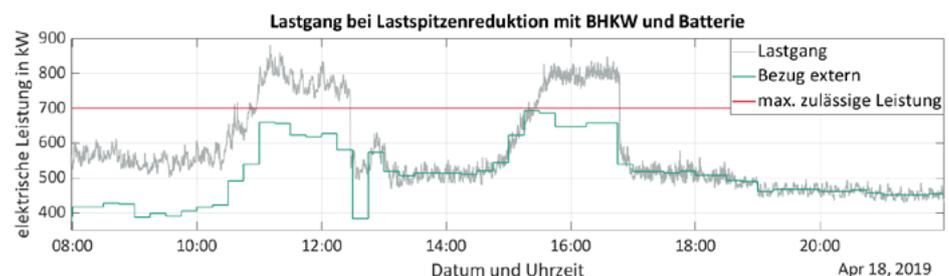
Im Rahmen der Betriebsstrategie wird ein Teil der Kapazität des Wärmespeichers reserviert, um den Betrieb des Systems auch dann zu ermöglichen, wenn ein hoher elektrischer, aber ein geringer Wärmebedarf vorliegt. Ein zusätzlich integriertes Batteriesystem überbrückt die Anlaufzeit des Kraftwerks aus dem Bereitschafts- in den Vollbetriebszustand und sichert die benötigte Dynamik.

Das System ist sehr gut für die Wärme- und Stromversorgung mittelständischer Unternehmen geeignet; das Fraunhofer IISB selbst dient dafür als Demonstrationsplattform. Eigens entwickelte Auslegungsalgorithmen optimieren die individuelle Dimensionierung der BHKW-Anlage und ihrer Bestandteile und schätzen dabei die potentiellen Einsparungen ab.

#### ■ Kontakt:

Christopher Lange  
Telefon +49 9131 761-107  
christopher.lange@iisb.fraunhofer.de  
Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme  
und Bauelementetechnologie IISB  
Schottkystraße 10  
91058 Erlangen  
www.iisb.fraunhofer.de

Messreihe einer am Fraunhofer IISB durchgeführten Lastspitzenreduktion: Bei einer maximal zulässigen Bezugsleistung von 700 kW konnten die Lastspitzen um ca. 20 % reduziert werden. © Fraunhofer IISB



## Umweltfreundliche Sensoren für Smart Agriculture

Steigender Nahrungsmittelbedarf und Klimaveränderungen fordern eine immer gezieltere Bewirtschaftung von landwirtschaftlichen Flächen. Das Fraunhofer ENAS arbeitet hierfür an der Entwicklung von kosteneffizienten und umweltfreundlichen Sensorsystemen auf Basis von Drucktechnologien und neuartigen Sensoren.

### Herausforderung: Effiziente Landwirtschaft für wachsende Bevölkerung

Eine wachsende Bevölkerung erfordert eine immer effizienter arbeitende Landwirtschaft, die die Nahrungsversorgung durch hohe Erträge auf engem Raum ermöglicht. Gleichzeitig steigen die Herausforderungen für Beschäftigte in der Landwirtschaft durch zunehmende Anforderungen beim Umweltschutz und im Umgang mit klimatischen Veränderungen. Für eine erfolgreiche Landwirtschaft müssen Prozesse deshalb stärker automatisiert, präzisiert und vereinfacht werden.

### Lösung: Kosteneffiziente Sensorsysteme mit gedruckten Komponenten

Forschende des Fraunhofer-Instituts für Elektronische Nanosysteme ENAS haben hierfür kosteneffizient hergestellte und umweltfreundliche Sensorsysteme entwickelt, die die smarte Überwachung von Anbauflächen unterstützen. Die Basis der Arbeit bilden neuartige Sensoren unter Verwendung von Drucktechnologien und umweltfreundlichen oder inerten Materialien.

Im Herbst 2019 wurden die ersten Entwicklungsmuster vorgestellt. Die Sensoren bestehen aus einem Elektronikmodul mit einem Single-Chip-Funksystem und Sensoren für die Luft- und Bodentemperatur, einem Irrigationssensor zur Überwachung der Bewässerung sowie einer gedruckten Antenne und einer gedruckten Batterie, die in einem kunststoffbeschichteten Zellulosesubstrat eingeschlossen sind.

Für den Einsatz werden die Sensoren unter der Erde verankert. Der Irrigationssensor wird hydraulisch an die Bodenmatrix angeköpelt. Ein Teil der Sensoren ragt dabei über die Bodenoberfläche hinaus und beherbergt das Elektronikmodul und die Antenne. Das aktuell eingesetzte Funksystem gewährleistet eine direkte Kommunikation der Daten zu einem auf dem Feld installierten Gateway. Der Aufbau des Elektronikmoduls erfolgt mit einem Schaltungsträger

aus kompostierbarem, zellulosebasierten Material, der, wie die Antenne auch, durch Drucktechnologien hergestellt ist. Als Energiequelle kommt eine Schaltung aus gedruckten Primärzellen zum Einsatz. Diese bestehen aus übereinander gedrucktem Kohlenstoff, Mangandioxid, Zink und einem Elektrolyten.

Zur Messung des Irrigationszustands und der Steuerung von Düngung und Bewässerung wird zudem ein neuartiger Sensor verwendet, der die Saugspannung ermittelt. Sie ist ein Maß für den Druck, den Pflanzenwurzeln überwinden müssen, um Wasser aus der Bodenstruktur aufnehmen zu können. Durch den Einsatz von Drucktechnologien werden auch hier die verwendeten Funktionsmaterialien in Mikrometerdünnen Schichten ressourcenschonend und gleichzeitig kosteneffizient hergestellt.

### Ausblick: Feldtests und kommerzielle Einsatzreife

Zukünftig sollen weitere Sensoren zur Stickstoff-, Licht- und Blattfeuchtemessung integriert werden. Erste Muster des Blattfeuchtesensors wurden bereits getestet. Im Anschluss an Feldtests soll die Technologie zur kommerziellen Einsatzreife weiterentwickelt werden.

*Das Fraunhofer ENAS entwickelt Technologien für die effiziente und nachhaltige Bewirtschaftung von Anbauflächen. © MEV Verlag*

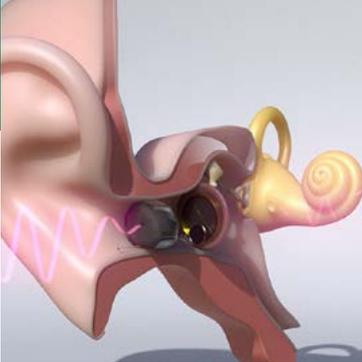


Rolle-zu-Rolle-Druck von Antennen.  
© Fraunhofer ENAS

#### ■ Kontakt:

Dr. Steffen Kurth  
Telefon +49 371 45001-255  
steffen.kurth@enas.fraunhofer.de  
Fraunhofer-Institut für Elektronische  
Nanosysteme ENAS  
Technologie-Campus 3  
09126 Chemnitz  
www.enas.fraunhofer.de





Die Hörkontaktlinse liegt direkt auf dem Trommelfell auf und verbessert so die Hörqualität.  
© Vibrosonic GmbH

## Kontaktlinse für das Trommelfell

Gemeinsam mit der TU Berlin entwickelt das Fraunhofer IZM eine Mikrobatterie für eine Hörkontaktlinse – das ist ein extrem kleines Hörgerät, welches direkt auf dem Trommelfell aufsitzt.

Mit 70 Jahren unterliegt jede dritte Person einem Hörverlust von mindestens 35 dB (der Lautstärke einer tickenden Uhr oder eines Zimmerventilators) – ein Hörgerät muss her. Durch das schlechte Übertragungsverhalten der Luftsäule im Gehörgang kommt es bei traditionellen Hörgeräten jedoch häufig zu Rückkopplungs- und Verzerrungseffekten, die das Hören und Verstehen erschweren.

### Minimierung von Störfaktoren

Die Hörkontaktlinse liegt direkt auf dem Trommelfell auf. Dieser direkte Kontakt zwischen Trommelfell und Piezo-Aktuator, der anstelle eines Lautsprechers verwendet wird, minimiert Übertragungsfehler und ermöglicht zudem die Wahrnehmung eines breiteren Klangspektrums. Auch das Richtungshören wird maßgeblich verbessert. Dies optimiert insbesondere das Sprachverstehen sowohl bei Ruhe als auch bei Umgebungsgeräuschen.

### Mikrointegration für das Mittelohr

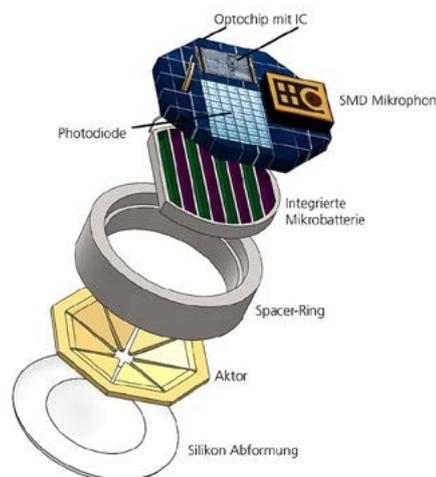
Die eigens entwickelten ultradünnen Schallwandler und Batterien ermöglichen die Integration der Systembestandteile auf engstem Raum, sodass die Hörkontaktlinse klein genug für den Einsatz im Mittelohr ist. Einmal eingesetzt, muss das System nie mehr herausgenommen werden, da kein Batteriewechsel notwendig ist. Die Batterien werden durch optische Energieübertragung aufgeladen. Die Anforderungen an die Mikrobatterie sind extrem hoch: Neben der hohen Energie- und Leistungsdichte (ermöglicht eine schnelle Aufladung) der nur 0,7 mm dicken Batterie sollen 2000 Vollzyklen erzielt werden.

Das Konzept des Hörgeräts ist bereits im Rahmen des MikroSystemTechnik-Kongresses 2019 in Berlin vorgestellt worden und wird derzeit klinisch erprobt. Mitte des Jahres 2020 wird die CE-Kennzeichnung erwartet; der Markteintritt in Deutschland ist für 2021 geplant.

### Hörkontaktlinse

Neben dem Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM und der TU Berlin sind folgende Partner an der Entwicklung der Hörkontaktlinse beteiligt:

- auric Hörsysteme GmbH & Co. KG
- Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA
- Forschungsschwerpunkt Technologien der Mikroperipherik (TU Berlin)
- Universität Tübingen, HNO-Klinik Tübingen
- Vibrosonic GmbH



Die Bestandteile der Hörkontaktlinse sind auf engstem Raum integriert. © TU Berlin

### ■ Kontakt:

Dr. Robert Hahn  
Telefon +49 30 46403-611  
robert.hahn@izm.fraunhofer.de  
Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit  
und Mikrointegration IZM  
Gustav-Meyer-Allee 25  
13355 Berlin  
www.izm.fraunhofer.de

## Fraunhofer startet Entwicklung kältemittelfreier energieeffizienter elektrokalorischer Wärmepumpen

Wärmepumpen spielen eine entscheidende Rolle in der Energiewende: Nachhaltig erzeugter elektrischer Strom sorgt für Wärme im Winter und gutes Klima im Sommer. Wärmepumpen arbeiten heute nahezu ausschließlich auf Basis der Kompressor-Technologie. Diese aber benötigt schädliche Kältemittel, deren Einsatz gesetzlich in Zukunft noch stärker eingeschränkt wird. Vor diesem Hintergrund entwickeln sechs Fraunhofer-Institute im Fraunhofer-Leitprojekt ELKaWe hocheffiziente elektrokalorische Wärmepumpen, die mit unbedenklichen Fluiden, wie zum Beispiel Wasser, arbeiten.

Material und Komponenten der festkörperbasierten Wärmepumpen müssen langzeitstabil, ausreichend verfügbar, kostengünstig und in jeder Hinsicht unbedenklich sein. Das Fraunhofer IKTS verfügt dabei über die

Erfahrungen mit keramischen elektrokalorischen Materialien. Fraunhofer IAP und Fraunhofer LBF bringen das Know-how zur Entwicklung von Polymermaterialien ein. Spezielle Beschichtungen zur Isolierung und Funktionalisierung der Komponenten entwickelt das Fraunhofer FEP. Das Fraunhofer LBF wird neben den Funktionspolymeren auch Lebensdauer und Zuverlässigkeit der Materialien und Systeme untersuchen. Beim Fraunhofer IAF wird die elektrische Ansteuerung für die Wärmepumpen entwickelt. Das Fraunhofer IPM sorgt mit einem neuartigen patentierten Systemansatz auf Basis von Heatpipes in Kombination mit thermischen Dioden für eine schnelle Wärmeabfuhr und schafft damit die Voraussetzung für besonders leistungsfähige Wärmepumpen. Mehr Informationen zum Projekt finden Sie unter [www.elkawe.org](http://www.elkawe.org).

## Anspruch und Wirklichkeit: Langlebige Geräte werden gewünscht aber nicht behalten

Moderne Elektronikgeräte werden mit einem hohen Einsatz von Ressourcen und einem erheblichen Ausstoß von Emissionen hergestellt. Je länger sie leben, desto eher rechtfertigen sich diese ökologischen Kosten. Welchen Einfluss das Konsumverhalten auf das Leben der Geräte hat, damit hat sich eine aktuelle Umfrage der TU Berlin und des Fraunhofer IZM befasst.

Werden Konsumentinnen und Konsumenten nach ihren Einstellungen und Absichten gefragt, gibt es Anlass zur Hoffnung für die Ökobilanz. Denn Geräte möglichst lange zu nutzen, ist sozial erwünscht. Im Rahmen der Studie untersuchte die Forschungsgruppe »Obsoleszenz als Herausforderung für Nachhaltigkeit« Erwartungen und Erfahrungen mit Nutzungs- und Lebensdauern bei Elektronikprodukten. Ein Großteil der Befragten gab an, elektronische Geräte möglichst lange zu nutzen, um damit die Umwelt zu schonen. Dennoch ist der Grund für den Kauf eines Neugeräts in vielen Fällen nicht das defekte Altgerät. Als »Newism« wird der Glaube daran bezeichnet, dass das Neue besser sei als das Alte. Das Neue wird als begehrtes-



wert betrachtet, es gilt als sozial anerkannt und vermittelt positive Gefühle.

Insbesondere bei Smartphones werden mit Neugeräten auch technologische Weiterentwicklungen verbunden. Als vorläufiges Fazit betont Gruppenleiterin Prof. Melanie Jaeger-Erben vom Fraunhofer IZM: »Um einen nachhaltigeren Konsum von Elektronikgeräten zu fördern, braucht es keine Appelle an das Gewissen oder Verantwortungsgefühl. Vielmehr gilt es, die Handlungskosten für längere Nutzungsdauern zu verringern.«

Unter dem Titel »Electronic Goes Green« veranstaltet das Fraunhofer IZM zwischen dem 1. und 3. September 2020 die weltweit größte Fachtagung zum Thema »Umwelt in der Elektronik«. Mehr Informationen finden Sie hier: [www.electronicsgoesgreen.org](http://www.electronicsgoesgreen.org).



Im Leitprojekt »ELKaWe« arbeiten sechs Fraunhofer-Institute an der Entwicklung elektrokalorischer Wärmepumpen zum Heizen und Kühlen. © Fraunhofer IPM

### ■ Kontakt:

Anja Strobel  
Telefon: +49 761 8857-130  
[anja.strobel@ipm.fraunhofer.de](mailto:anja.strobel@ipm.fraunhofer.de)  
Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM  
Heidenhofstr. 8  
79110 Freiburg  
[www.ipm.fraunhofer.de](http://www.ipm.fraunhofer.de)

Trotz stetig wachsenden Umweltbewusstseins gelten elektronische Neugeräte als sozial erwünscht. © MEV Verlag

### ■ Kontakt:

Prof. Dr. Melanie Jaeger-Erben  
Telefon +49 30 46403-206  
[melanie.jaeger-erben@izm.fraunhofer.de](mailto:melanie.jaeger-erben@izm.fraunhofer.de)  
Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM  
Gustav-Meyer-Allee 25  
13355 Berlin  
[www.izm.fraunhofer.de](http://www.izm.fraunhofer.de)



Die Kamerapille vereinfacht Magen-  
spiegelungen sowohl für das medi-  
zinische Personal als auch für die  
Patientinnen und Patienten.

© AdobeStock

#### ■ Kontakt:

Manuel Seckel  
Telefon +49 30 46403-740  
manuel.seckel@izm.fraunhofer.de  
Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit  
und Mikrointegration IZM  
Gustav-Meyer-Allee 25  
13355 Berlin  
www.izm.fraunhofer.de

## ■ Kamerapille für Magen- spiegelungen

Gemeinsam mit der Ovesco Endoscopy AG und der SENSODRIVE GmbH entwickelt das Fraunhofer IZM eine Kamerapille für minimal-invasive Magenuntersuchungen. Schmerzen im oberen Bauchraum, Schluckstörungen, chronischer Husten, Erbrechen oder Gewichtsverlust – der Gedanke an eine Magen-  
spiegelung bereitet vielen Patientinnen und Patienten im wahrsten Sinne des Wortes Bauchschmerzen. Die bisher etablierte und täglich durchgeführte Methode der Schlauchendoskopie ist nicht nur unangenehm – sie kann auch nur von eigens geschultem Fachpersonal an besonderer Infrastruktur durchgeführt werden. Der Nachteil für die Leidenden: oft lange Wartezeiten.

Im Rahmen des Projekts »nuEndo« wird daher ein komplett kabelloses System ent-

wickelt: Die zu untersuchende Person schluckt eine Kamerapille, die innerhalb von 20 s im Magen ankommt und von dort Bilder in Echtzeit überträgt, während sie von außen magnetisch gesteuert wird. Dieses Verfahren reduziert maßgeblich den Leidensdruck und ermöglicht auch Hausärzten ohne spezielle Schulung die Bedienung des mobilen Systems. Dies ermöglicht schnellere Diagnosen und unkomplizierte Überwachungen im Therapieverlauf.

Das nuEndo-Projekt läuft bis 2022 und wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert. Das Fraunhofer IZM ist im Rahmen des Projekts für die Miniaturisierung der Kapsel zuständig.

## ■ Optische Gehäuse zur Verpackung von Bauelementen auf Waferebene

Das Fraunhofer ISIT betreibt modernste Fertigungslinien zur Bearbeitung von Silizium mit einer Genauigkeit im Bereich von Nanometern. Diese präzisen Verfahren zur Strukturzeugung konnten inzwischen erfolgreich auf andere Werkstoffe übertragen werden, zum Beispiel die Formgebung an verschiedenen Gläsern – ein Verfahren, das die Herstellung präziser optischer Komponenten auf Waferebene erlaubt. Diese sind für unterschiedliche Anwendungen einsetzbar und kostengünstig.

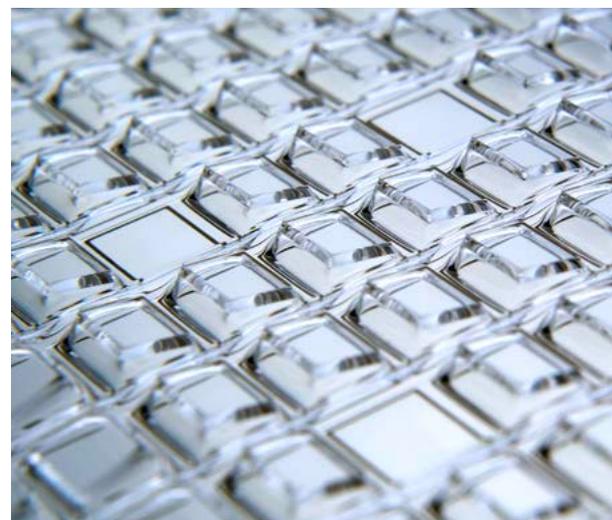
Glas besteht zum größten Teil aus Siliziumdioxid. Damit ähneln sich einige chemische und mechanische Eigenschaften von Gläsern und Silizium. Aus diesem Grund können Siliziumwafer und Glaswafer mit annähernd gleichen thermischem Ausdehnungskoeffizienten mittels anodischen Bondens fest zusammengefügt werden. Diese Materialverbindung bleibt auch bei großen Temperaturveränderungen stabil.

Wird der Siliziumwafer vorher mit strukturierten Aussparungen versehen, kann das Glas in diese Prägestrukturen abgeformt werden, wenn der Silizium-Glas Verbund auf Temperaturen oberhalb der Transformationstemperatur des Glases erhöht wird. Das Glas wird dann zu einem dickflüssigen (hoch viskosen) Fluid, das z. B. in Formen gepresst werden kann, wenn der Außen-

druck den Gasdruck in den ausgesparten Formen übersteigt. Die entstandenen Glasstrukturen werden freigelegt, indem man den ursprünglichen Siliziumwafer bei Raumtemperatur in einem Laugenbad auflöst.

Diese sogenannten Wafer-Level-Bond-Verfahren führen zu niedrigen Produktionskosten, da viele Komponenten parallel hergestellt werden. Mit geeigneten automatischen Waferbondern können bei diesem Prozess auch ein Vakuum oder andere definierte Gasvolumina eingeschlossen werden. Anwendungsgebiete sind unter anderem Kamerachips, Lichtsensoren und optische Scanner mit Mikrosiegeln.

*Optische Gehäuse mit schrägen Deckeln auf einem 200-mm-Glaswafer. © Fraunhofer ISIT*



#### ■ Kontakt:

Dr. Vanessa Stenchly  
Telefon +49 4821 171494  
vanessa.stenchly@isit.fraunhofer.de  
Fraunhofer-Institut für Silizium-  
technologie ISIT  
Fraunhoferstraße 1  
25524 Itzehoe  
www.isit.fraunhofer.de

## KI in Sachsen – eine Studie über den Status quo, Perspektiven und Möglichkeiten

Das Fraunhofer IIS/EAS hat die Studie »Künstliche Intelligenz – Kompetenzen und Innovationspotenzial in Sachsen« veröffentlicht. Sie beleuchtet, wie Unternehmen und Forschung beim Thema KI aufgestellt sind und welchen Hürden sie sich gegenüber sehen.

Im Rahmen der Studie konnten in Sachsen rund 80 Unternehmen identifiziert werden, die KI-Angebote in ihrem Portfolio haben. Sie sind vor allem in den Ballungsräumen Dresden, Leipzig und Chemnitz ansässig. Darüber hinaus wird an 24 Hochschulfakultäten und -instituten sowie 23 weiteren Forschungseinrichtungen an KI-Methoden gearbeitet.

Die größte Herausforderung bei der Entwicklung und dem Einsatz von KI wird

aktuell im Fachkräftemangel gesehen. Daneben spielen die Themen Zuverlässigkeit von KI-Entscheidungen und Mitarbeitendenqualifizierung sowie die Zugriffsmöglichkeiten auf große Datenmengen eine bedeutende Rolle.

Grundlage für die Studie sind unter anderem die Ergebnisse eines gleichnamigen Projekts aus dem Jahr 2019, an dem das Fraunhofer IIS/EAS gemeinsam mit der TU Dresden gearbeitet hat. Das Projekt wurde im Rahmen der Technologieförderung durch das Sächsische Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr gefördert.

Die Studie ist kostenfrei als digitale Version über [www.eas.iis.fraunhofer.de/ki-studie](http://www.eas.iis.fraunhofer.de/ki-studie) erhältlich.

## Terahertz-Technologien für Mobilfunknetze der Zukunft

Mit Technologien der Fraunhofer-Institute HHI und IAF gelang erstmals eine drahtlose Terahertz-Übertragung über eine Freiraumstrecke von einem Kilometer.

Anwendungen wie Industrie 4.0, Autonomes Fahren, Smart Cities oder Augmented Reality erfordern in Zukunft extrem hohe Bandbreiten, die mit der drahtlosen Terahertz-Technologie erreicht werden können. Mit Frequenzen weit oberhalb derer des 4G-LTE- und 5G-Mobilfunks fügt sich diese Technologie ideal in die Infrastruktur bestehender Kommunikationsnetze ein. Perspektivisch ermöglicht sie die Anbindung von Mobilfunkzellen mit hundertfach höheren Datenraten als bei 5G.

Im Rahmen einer Testdemonstration konnten 56 Gbit/s über 1 km bei einer Trägerfrequenz von 300 GHz drahtlos übertragen werden. Das eingesetzte Übertragungssystem verwendet ein hoch-performantes Terahertz-Modem mit Signalverarbeitungs-Algorithmen des Fraunhofer HHI sowie schnelle, Indiumgalliumarsenid-basierte elektronische Höchstfrequenzschaltungen des Fraunhofer IAF.

Der Versuch liefert wichtige Erkenntnisse über den stabilen Systembetrieb unter Einfluss atmosphärischer Dämpfung – ein wichtiger Schritt auf dem Weg zur Marktreife. Als nächstes sollen ein wetterfester Prototyp entwickelt, die Datenrate auf 100 Gbit/s erhöht und das System ohne zusätzliche digitale Schnittstelle in ein Glasfasernetz am Campus Berlin integriert werden.



Die Entwicklung der Anwendungsformen Künstlicher Intelligenz (KI) ist eine Schlüsselfrage für Deutschland. © sdecoret / fotolia.com

### ■ Kontakt:

Sandra Kundel  
Telefon +49 351 4640-809  
[sandra.kundel@eas.iis.fraunhofer.de](mailto: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](http://www.eas.iis.fraunhofer.de)

### ■ Kontakt:

Dr. Colja Schubert  
Telefon: +49 3031002-252  
[colja.schubert@hhi.fraunhofer.de](mailto:colja.schubert@hhi.fraunhofer.de)  
Fraunhofer-Institut für Nachrichtentechnik, Heinrich-Hertz-Institut, HHI  
Einsteinufer 37  
10587 Berlin  
[www.hhi.fraunhofer.de](http://www.hhi.fraunhofer.de)

Jennifer Funk  
Telefon +49 761 5159-418  
[jennifer.funk@iaf.fraunhofer.de](mailto:jennifer.funk@iaf.fraunhofer.de)  
Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik IAF  
Tullastraße 72  
79108 Freiburg  
[www.iaf.fraunhofer.de](http://www.iaf.fraunhofer.de)



Am Fraunhofer IAF wurde die Empfängerseite für die Testdemonstration einer Datenübertragung von 56 Gbit/s über 1 km aufgebaut. Im Vordergrund: High-Speed-Oszilloskop und High-Gain-Cassegrain-Antenna. © Fraunhofer IAF

## KI-Plattform für das autonome Fahren

Im Rahmen des Projekts »KI-FLEX« entsteht eine leistungsstarke, energieeffiziente Hardware-Plattform für autonomes Fahren nebst zugehörigem Software-Framework.

Mithilfe Künstlicher Intelligenz (KI) werden die Daten von Laser-, Kamera- und Radarsensoren zuverlässig und schnell verarbeitet und zusammengeführt, um permanent ein präzises Abbild der realen Verkehrsbedingungen zu erzeugen. Das Fahrzeug kann somit in jeder Fahrsituation die richtige Entscheidung treffen. Das System passt sich dynamisch an unterschiedliche Betriebszustände an und funktioniert dadurch z. B. auch bei Störungen oder Ausfällen einzelner Sensoren – autonomes Fahren wird dadurch sicher und zuverlässig. Das flexible Design der ASIC-Struktur ermöglicht eine fortwährende Optimierung des Systems durch Integration künftiger verbesserter NN-Architekturen.

An KI-FLEX sind die Fraunhofer-Institute IIS und FOKUS gemeinsam mit Partnern aus Industrie und Forschung beteiligt. Das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderte Projekt läuft bis 2022.

### Partner

Folgende Partner sind an KI-FLEX beteiligt:

- Daimler Center for Automotive IT Innovations (DCAITI, TU Berlin)
- FAU Erlangen-Nürnberg (Lehrstuhl für Informatik 3: Rechnerarchitektur)
- Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS (Konsortialführer)
- Fraunhofer-Institut für Offene Kommunikationssysteme FOKUS
- Ibeo Automotive Systems GmbH
- Infineon Technologies AG
- TU München (Lehrstuhl für Robotik, Künstliche Intelligenz und Echtzeitsysteme)
- videantis GmbH

© Jacky – stock.adobe.com /  
Fraunhofer IIS

### Kontakt:

Claudia Wutz  
Telefon +49 9131 776-4071  
communicationsystems@iis.fraunhofer.de  
Fraunhofer-Institut für Integrierte  
Schaltungen IIS  
Am Wolfsmantel 33  
91058 Erlangen  
www.iis.fraunhofer.de

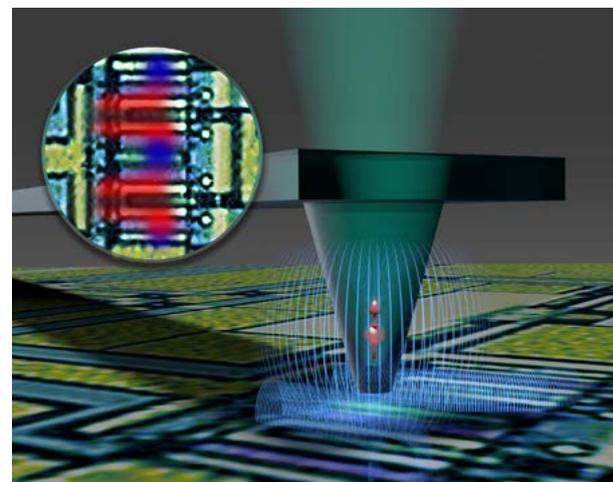
## Fraunhofer IAF errichtet Applikationslabor für Quantensensorik

Viele Industriebranchen erleben derzeit eine rasante technologische Entwicklung zu immer genauerem Monitoring und Controlling ihrer Fertigung. Die dadurch zunehmenden Ansprüche an Genauigkeit und Driftstabilität von Sensorsystemen erfordert in naher Zukunft einen Technologiesprung hin zur Quantensensorik. Die Forschung dazu fand bislang vor allem im akademischen Rahmen statt und die dabei entwickelten Quantensensoren erweisen sich als zu groß und nicht robust genug für den Einsatz in innovativen Produkten.

Um den Transfer von Forschungsentwicklungen aus dem Bereich der Quantensensorik in industrielle Anwendungen voranzubringen, entsteht am Fraunhofer IAF in Freiburg zurzeit ein Applikationslabor. Interessierte Unternehmen und insbesondere regionale KMUs sowie Start-ups sollen die Möglichkeit erhalten, das Innovationspotenzial von Quantensensoren für ihre spezifischen Anforderungen zu evaluieren. Dies betrifft beispielsweise die boomende Halbleiterindustrie, aber auch Bereiche wie die Medizintechnik, Sicherheitstechnik, Navigation, Geologie sowie satellitengestützte Erdbeobachtung. Diese werden von einem schnelleren Übergang der Quantensensorik-Forschung in industrielle Anwendungen profitieren.

Das Applikationslabor wird im Rahmen des Fraunhofer-Leitprojekts »QMag«, kurz für Quantenmagnetometrie, errichtet. In dem Projekt entwickeln Forschende aus sechs Fraunhofer-Instituten in Zusammenarbeit mit universitären Partnern Quantensensoren für den hochempfindlichen Nachweis von Magnetfeldern. Sowohl das Land Baden-Württemberg als auch die Fraunhofer-Gesellschaft fördern das auf vier Jahre angelegte Vorhaben mit jeweils 1 Mio. €.

*Im Applikationslabor wird u. a. ein Quantenmagnetometer aufgebaut, das kleinste Ströme in Halbleiterschaltungen vermessen kann.*  
© Fraunhofer IAF



### Kontakt:

Jennifer Funk  
Telefon +49 761 5159-418  
jennifer.funk@iaf.fraunhofer.de  
Fraunhofer-Institut für Angewandte  
Festkörperphysik IAF  
Tullastraße 72  
79108 Freiburg  
www.iaf.fraunhofer.de

## Neues Kompetenzzentrum für Data Analytics und KI in der Industrie eröffnet

Daten sind der Rohstoff der digitalen Welt. Ihre Beherrschung, Analyse und Auswertung ist für Unternehmen daher von zentraler Bedeutung, um wettbewerbsfähig zu bleiben. Je mehr Daten aber anfallen, desto wichtiger wird der effiziente Umgang mit ihnen. Hier helfen Verfahren der Künstlichen Intelligenz (KI) wie maschinelles Lernen (Machine Learning) und mathematische Optimierung. Diese erfordern jedoch eine spezifische Expertise, die insbesondere bei KMUs nur bedingt vorhanden ist.

Zur Vernetzung von Forschung und Wirtschaft hat das Fraunhofer IIS mit seiner Arbeitsgruppe für Supply Chain Services SCS in Kooperation mit universitären Partnern und Beteiligung der Fraunhofer-Institute IKS und IISB eine einzigartige Forschungsinfrastruktur in Bayern geschaffen: das ADA Lovelace Center for Analytics, Data and Applications.

Das ADA Lovelace Center ist eine Kooperationsplattform für Wissenschaft und Wirtschaft. Unternehmen kommen hier mit füh-

renden nationalen und internationalen KI-Forschenden zusammen, um gemeinsam an konkreten Projekten zu arbeiten. So entstehen innerhalb kürzester Zeit in konkreten Anwendungen neue Data Analytics-Verfahren und Algorithmen – mit entsprechendem Mehrwert für Industrie, Dienstleistung und Forschung.

Über das inhaltliche Know-how hinaus bietet das Kompetenzzentrum eine weitergehende Infrastruktur: In Joint Labs für agile Projektentwicklung arbeiten Unternehmensmitarbeitende und Forschende des ADA Lovelace Centers in kleinen interdisziplinären Entwicklungsteams auf Zeit, außerhalb des Tagesgeschäfts an konkreten KI-Fragestellungen – hierfür bietet der neue Coworking-Space CoWiS am Nürnberger Standort eine kreativitätsfördernde Arbeit 4.0-Umgebung. Der ADA-Hub Young Talents unterstützt den Transfer von qualifiziertem Nachwuchs und damit von KI-Expertise in die Unternehmen u. a. durch die Betreuung von Abschlussarbeiten, Dissertationen und Hilfe beim Kontaktaufbau.

## Neues Fraunhofer-Institut erforscht Absicherung Künstlicher Intelligenz

Aus dem bisherigen Fraunhofer-Institut für Eingebettete Systeme und Kommunikationstechnik ESK ging am 1. Dezember 2019 das neue Fraunhofer-Institut für Kognitive Systeme IKS hervor.

Zur feierlichen Eröffnung Anfang Dezember 2019 in München erschienen Ehrengäste aus Politik und Forschung, darunter Bayerns Ministerpräsident Dr. Markus Söder, der Bayerische Staatsminister für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie Hubert Aiwanger und Fraunhofer-Präsident Prof. Reimund Neugebauer.

Forschungsschwerpunkt des Fraunhofer IKS ist Safe Intelligence: Sicherheit (safety) und Intelligenz Kognitiver Systeme werden in Einklang gebracht, um so in Zukunft auch besonders sicherheitskritische KI-Anwendungen wie autonomes Fahren oder neuartige Medizintechnik zu ermöglichen. Das Fraunhofer IKS wird damit zu einem zentralen Be-

standteil des bayerischen Kompetenznetzwerks »Künstliche Maschinelle Intelligenz«.

Zahlreiche Kooperationsmöglichkeiten des Fraunhofer IKS mit Schlüsselbranchen wie dem Automobil- und Maschinenbau begünstigen zudem die wirtschaftliche Entwicklung Bayerns und seine langfristige Positionierung im internationalen Wettbewerb.

*Übergabe der Förderurkunde für das neue Fraunhofer IKS (v. l. n. r.): der Präsident der TU München-Prof. Thomas F. Hofmann, Dr. Sabine Sickinger, Leiterin Organisationsstrategie und Administration des Fraunhofer IKS, Prof. Reimund Neugebauer, Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft, Bayerns Ministerpräsident Dr. Markus Söder, Bayerns Wirtschaftsminister Hubert Aiwanger, apl. Prof. Mario Trapp, geschäftsführender Institutsleiter des Fraunhofer IKS.  
© Fraunhofer IKS / Amory Salzmann*



*Das ADA Lovelace Center for Analytics, Data and Applications verbindet KI-Methoden mit KI-Anwendungen und stärkt über neue Formate die Zusammenarbeit mit Partnern aus Wissenschaft und Industrie.  
© dragonstock / Fotolia.com*

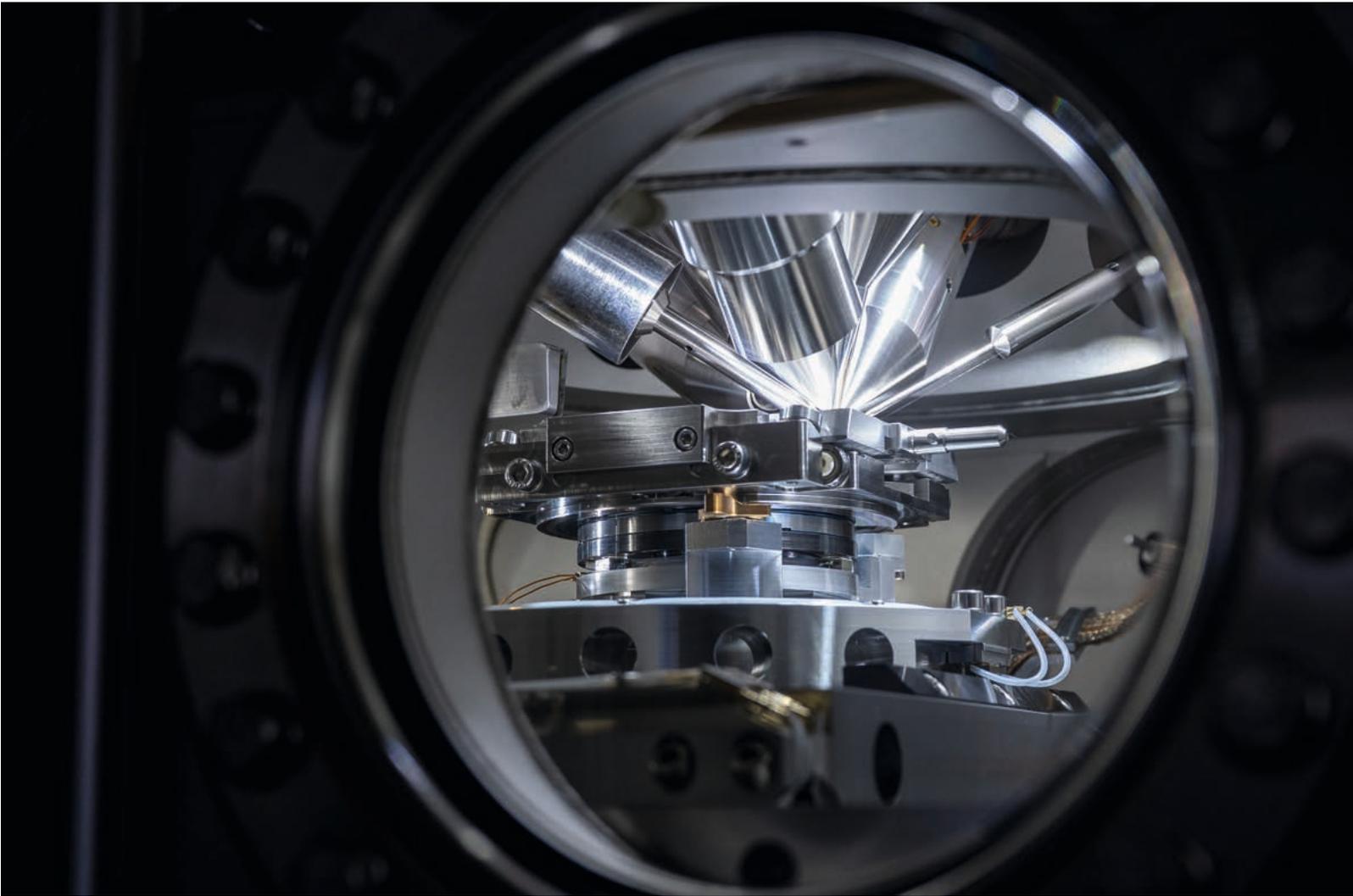
### ■ Kontakt:

Diana Staack  
Telefon +49 911 58061-9533  
diana.staack@iis.fraunhofer.de  
Fraunhofer-Arbeitsgruppe für Supply Chain Services SCS  
Nordostpark 93  
90411 Nürnberg  
www.scs.fraunhofer.de

### ■ Kontakt:

Hans-Thomas Hengl  
Telefon +49 89 547088-396  
hans-thomas.hengl@iks.fraunhofer.de  
Fraunhofer-Institut für Kognitive Systeme IKS  
Hansastr. 32  
80686 München  
www.iks.fraunhofer.de





Sekundärionen-Massenspektrometer (SIMS) zur Materialanalyse: Das Verfahren ermöglicht es, beispielsweise III-V-Materialien und epitaktische Schichtfolgen mit einer Tiefenauflösung von 1 nm zu analysieren. © Fraunhofer IAF

## Impressum

Mikroelektronik Nachrichten Ausgabe 78

März 2020

© Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik,  
Berlin 2020

Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik

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 fünf Gastinstitute) mit ca. 3000 Mitarbeitenden. Im Vordergrund stehen die Vorbereitung und Koordination von interdisziplinären Forschungsvorhaben, die Durchführung von Studien und die Begleitung von Strategiefindungsprozessen.

### Redaktion:

Theresa Leberle

[theresa.leberle@mikroelektronik.fraunhofer.de](mailto:theresa.leberle@mikroelektronik.fraunhofer.de)

Vanessa Dehn | [vanessa.dehn@mikroelektronik.fraunhofer.de](mailto:vanessa.dehn@mikroelektronik.fraunhofer.de)

Marco Krämer | [marco.kraemer@mikroelektronik.fraunhofer.de](mailto:marco.kraemer@mikroelektronik.fraunhofer.de)

Maximilian Kunze | [maximilian.kunze@mikroelektronik.fraunhofer.de](mailto:maximilian.kunze@mikroelektronik.fraunhofer.de)

Judith Siegel | [judith.siegel@mikroelektronik.fraunhofer.de](mailto:judith.siegel@mikroelektronik.fraunhofer.de)

Akvile Zaludaite | [akvile.zaludaite@mikroelektronik.fraunhofer.de](mailto:akvile.zaludaite@mikroelektronik.fraunhofer.de)

Romy Zschiedrich | [romy.zschiedrich@mikroelektronik.fraunhofer.de](mailto:romy.zschiedrich@mikroelektronik.fraunhofer.de)

Abonnement der Mikroelektronik Nachrichten unter:

[www.mikroelektronik.fraunhofer.de/de/abo](http://www.mikroelektronik.fraunhofer.de/de/abo)



## ... hat Dr. Jennifer Ruskowski vom Fraunhofer IMS

**Frau Dr. Ruskowski, Sie arbeiten mit am FMD-Projekt »miniLiDAR«. Was genau wird in diesem Projekt umgesetzt?**

Im Rahmen des Projekts werden innovative Komponenten für ein miniaturisiertes LiDAR (Light Detection And Ranging)-System im Anwendungsfeld Robotik entwickelt. Beteiligt sind neben unserem Institut drei weitere FMD-Institute: Das Leibniz FBH in Berlin entwickelt die Laser, das Fraunhofer IPMS in Dresden setzt die Entwicklung der Strahl-ableitvorrichtung um und das Fraunhofer IZM in Berlin widmet sich dem Thema Optical Phased Arrays.

**Was sind Ihre Aufgaben im Rahmen des Projekts?**

Das Fraunhofer IMS realisiert im Projekt die Detektorentwicklung. Wir haben das Ziel, ein Single Photon Avalanche Diode (SPAD) Array mit hoher Pixelauflösung zur Detektion der reflektierten Strahlen inkl. der Auslese-elektronik (ROIC) und der Auswertungsalgorithmen zu entwickeln. Die Histogramm-Programmierung im Field Programmable Gate Array (FPGA) zur Auswertung der Detektordaten wird ebenfalls am Fraunhofer IMS umgesetzt. Sowohl die Erhöhung der Pixelzahl als auch die vertikale Integration des Detektors mit dem ROIC mittels Wafer-to-Wafer-Bondens sind bedeutende Neuentwicklungen.

**Wie hat die FMD Ihren beruflichen Alltag verändert und an welchen Stellen hat Ihnen die FMD konkreten Mehrwert geboten?**

Durch die FMD wurde die institutsübergreifende Arbeit sehr stark ausgebaut. Besonders erfreulich ist dabei, dass wir nicht nur das gemeinsame strategische Vorgehen und die technologischen Roadmaps besprechen, sondern in konkreten Projekten aktiv geworden sind, die an den beteiligten Instituten einen bedeutenden Mehrwert stiften. Für mein Aufgabengebiet führt die FMD die verteilten Kompetenzen im LiDAR-Bereich zusammen. Neben dem Projekt miniLiDAR sind wir ebenfalls in einem Projekt mit dem Start-up OQmented beteiligt. Hier wird ein Demonstrator für ein scannendes LiDAR-System realisiert. Durch die FMD sind unsere Kundenkontakte gestiegen und unsere internationale Sichtbarkeit wurde ebenfalls gesteigert.

**An welchem Projekt im FMD-Universum wären Sie außerdem gerne beteiligt?**

Wir haben an den FMD-Instituten weitreichende Kompetenzen im Bereich innovativer Komponenten für LiDAR-Systeme. Aus meiner Sicht wäre ein großes Projekt wünschenswert, mit dessen Hilfe man diese Kompetenzen weiter konsequent komplettär zusammenführt, aber auch den Blick in die Zukunft richten kann. Es gibt viele spannende Ansätze im LiDAR-Bereich, die es wert sind genauer untersucht und weiterentwickelt zu werden.

**Sie sind Physikerin. Was wollten Sie als Kind werden und warum?**

Als Kind haben mich vor allem Fragen rund um unser Sonnensystem und seine Planeten fasziniert. Umso mehr freuen mich Projekte, bei denen unsere Sensoren im Weltraum eingesetzt werden und man in Zukunft noch mehr Gründe hat, in den Sternenhimmel zu schauen. Aber mein Einstieg in die Welt der Physik ist nicht nur dem Kosmos zu verdanken. Mein frühes Interesse am Innenleben meines Computers, die Liebe für die Mathematik und die Frage nach immer neuen Lösungen hatten sicherlich ihren Einfluss auf meine Berufswahl.



*Dr. Jennifer Ruskowski. © privat*

### Zur Person:

Geboren 1983 in Duisburg. Verheiratet. Studierte Physik an der RWTH Aachen und promovierte an der Universität Duisburg-Essen im Fachgebiet Elektrotechnik und Informationstechnik. Dissertation zum Thema »Fine-Pitch-Verbindungen für die 3D-Integration von Sensoren mit CMOS-Wafern« angefertigt am Fraunhofer IMS. Entsprechend seit 2009 am Fraunhofer IMS, seit 2016 Gruppenleiterin der 3D-Sensoren. Seit 2018 zudem stellvertretende Leiterin der Abteilung Optische Sensorsysteme.

### Kontakt:

Dr. Jennifer Ruskowski  
 Telefon +49 203 3783-2931  
 jennifer.ruskowski@ims.fraunhofer.de  
 Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme IMS  
 Finkenstr. 61  
 47057 Duisburg  
 www.ims.fraunhofer.de

*Als Taucherin ist Dr. Ruskowski fasziniert von der Lebendigkeit des Meeres. © privat*