

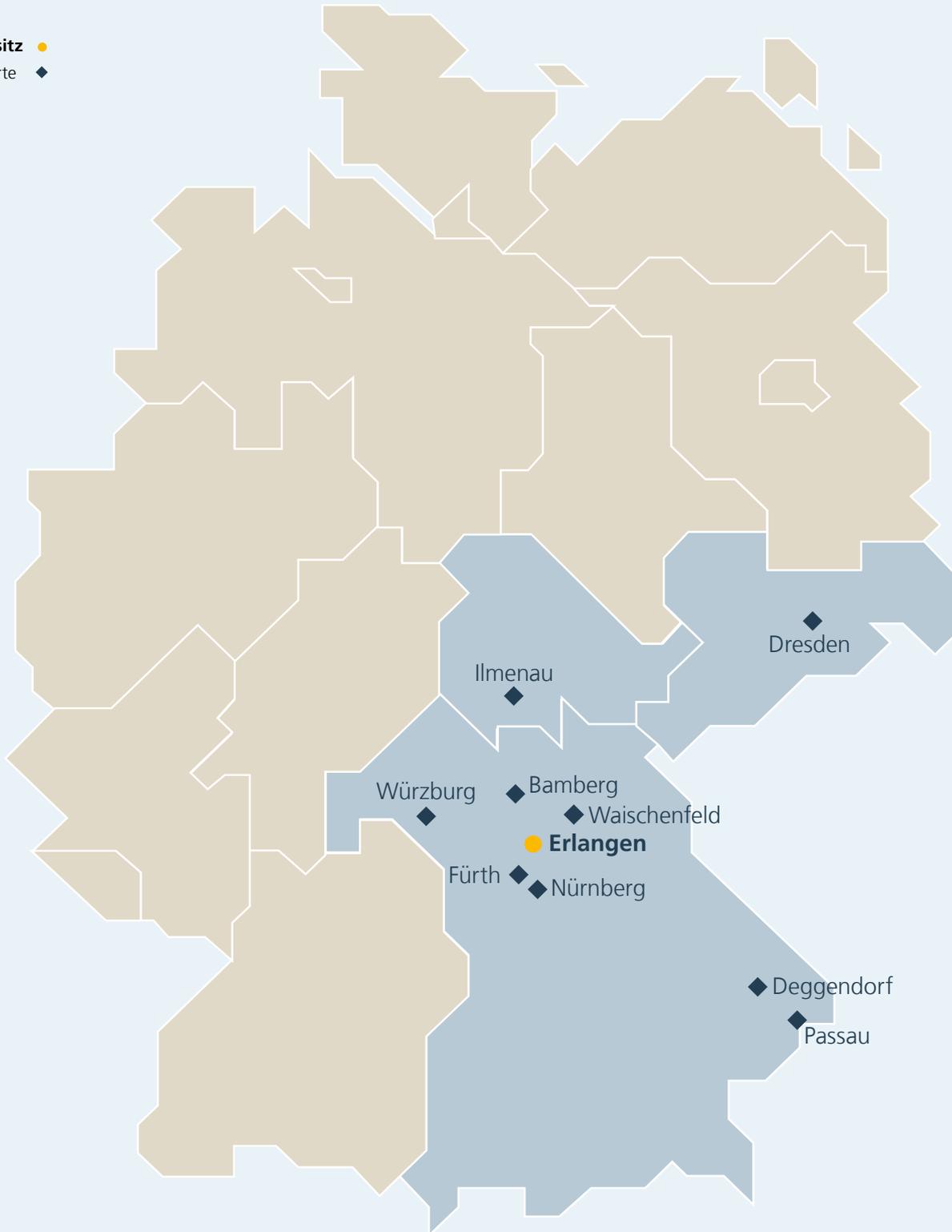
Jahresbericht



# Highlights 2021

#WeKnowHow

Hauptsitz ●  
Standorte ◆



Die Online-Version des Jahresberichts mit weiteren Informationen und Multimedia-Inhalten finden Sie unter

[www.iis.fraunhofer.de/highlights](http://www.iis.fraunhofer.de/highlights)



Hinweis auf weitere Informationen zum Thema



Hinweis auf Multimedia-Inhalte

Jahresbericht



# Highlights 2021

# Vorwort

---



(Von links)  
Prof. Dr. Alexander Martin,  
Prof. Dr. Albert Heuberger,  
Prof. Dr. Bernhard Grill

## Gemeinsam Herausforderungen bewältigen – für eine erfolgreiche Zukunft

**Liebe Leserin, lieber Leser,**

die Corona-Pandemie hat auch das Jahr 2021 bestimmt und die Menschheit rund um den Globus in ungeahntem Umfang gefordert. Trotz der damit verbundenen Belastungen konnten wir in unseren Forschungsprojekten Kontinuität gewährleisten und sie mit gewohnter Leistungsfähigkeit weiterführen. Die Highlight-Artikel im Jahresbericht 2021 geben Ihnen einen Überblick über unsere erfolgreiche Forschungsarbeit, die von uns entwickelten und vorangetriebenen Projekte und Aktivitäten sowie ihre praxisnahe Umsetzung.

Ein wichtiges und für die nächsten Jahre zentrales Thema ist die digitale Souveränität, die insbesondere für die Innovations- und Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft von hoher Bedeutung ist. Alle Bereiche, von der Entwicklung von Hardware bis hin zum Einsatz von Künstlicher Intelligenz und der Übersetzung in Anwendungen, müssen abgedeckt werden. Die Stärkung der digitalen Souveränität am Standort Deutschland ist ein gemeinsames und umfassendes Projekt, für das auch das Fraunhofer IIS mit seinem breiten Know-how und bewährter Kompetenz seinen Beitrag leistet.

Auf unserer Agenda bleiben auch zukünftig wichtige Themenfelder wie Quantentechnologie, Künstliche Intelligenz oder nachhaltige Informations- und Kommunikationstechnik. Sie strategisch weiterzuentwickeln und gewinnbringend für unsere Praxispartner nutzbar zu machen ist unser erklärtes Ziel.

Viel Spaß beim Lesen!

Prof. Dr. Albert Heuberger

Prof. Dr. Bernhard Grill

Prof. Dr. Alexander Martin

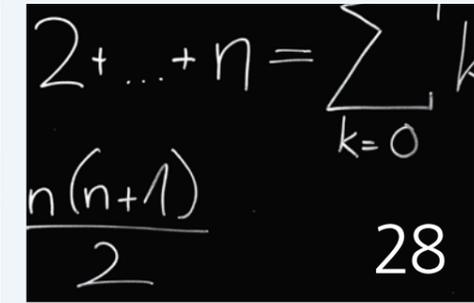
Institutsleitung des Fraunhofer IIS

# Inhalt

<b>#WeKnowCommunication</b> . . . . .	<b>6</b>	<b>#WeKnowSmartSensing</b> . . . . .	<b>42</b>
Institutsleiter Dr. Bernhard Grill zum Honorarprofessor berufen . . . . .	10	Energiesparsames Sensorinterface	46
Stabübergabe im Bereich Smart Sensing and Electronics . . . . .	11	DHPcare – sensorbasiertes Patientenmonitoring . . . . .	46
Research has many faces . . . . .	12	Kostengünstige Sensorik für Gase und Gerüche . . . . .	47
Nachwuchsförderung auf dem Forschungscampus in Waischenfeld . . . . .	13	Neuromorphe Hardware: We bring AI to the Edge . . . . .	47
Einzug in neues Institutsgebäude am Standort Dresden . . . . .	14	<b>#WeKnowXRay</b> . . . . .	<b>48</b>
Weiterbildungen – Auswahl . . . . .	15	Unkrautbekämpfung mit KI statt Chemie . . . . .	52
Zahlen   Daten   Fakten . . . . .	16	Durchgebrannt: Leistungselektronik langlebiger konstruieren . . . . .	53
Auszeichnungen, Preise und Ernennungen 2021 – Auswahl . . . . .	21	<b>#WeKnowAudio</b> . . . . .	<b>54</b>
Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD) . . . . .	22	Virtualisierung von Live-Veranstaltungen . . . . .	58
Die Fraunhofer-Gesellschaft . . . . .	24	QoEVAVE: Willkommen im virtuellen Labor . . . . .	59
<b>#WeKnowDigitalTransformation</b> <b>28</b>		Projekt SPEAKER: Aufbau einer B2B KI-Plattform . . . . .	59
Geschäftsmodell-Innovation im Einzelhandel . . . . .	32	<b>#WeKnowAdaptiveSystems</b> . . . . .	<b>60</b>
Data Efficient Automated Learning . . . . .	33	Vertrauenswürdige Elektronik- hardware – von der Achillesferse zum Fundament . . . . .	60
Forschungsprojekt »Pick-by-Tag« unterstützt Kommissionier- prozesse . . . . .	33	<b>#WeKnowQuantumTechnologies</b> . . . . .	<b>62</b>
<b>#WeKnowPositioning</b> . . . . .	<b>34</b>	Mit dem Fraunhofer IIS auf dem Weg zur digitalen Souveränität Europas . . . . .	64
KI für einen energiesparsamen Mobilfunk . . . . .	34	Die Zukunft nachhaltig gestalten . . . . .	66
Mit 5G die Rettungskette optimieren . . . . .	34	IoT für Smart Cities und Smart Agriculture . . . . .	68
Induktiv orten und Material erkennen . . . . .	35	KI wird mit gezielt eingebautem Vorwissen noch schlauer . . . . .	69
Maschinelles Lernen für Handwerkzeuge . . . . .	35	Neues Zentrum für Künstliche Intelligenz in der digitalen Signalverarbeitung (DSAI) . . . . .	70
<b>#WeKnowCommunication</b> . . . . .	<b>36</b>	Das Leistungszentrum Elektroniksysteme (LZE) . . . . .	71
mioty® goes satellite . . . . .	40	Impressum . . . . .	72
5G über GEO-Satellit getestet . . . . .	41		



**Funktechnologie mioty®:  
Preisgekrönt und standardisiert**



**KI revolutioniert die Supply Chain**



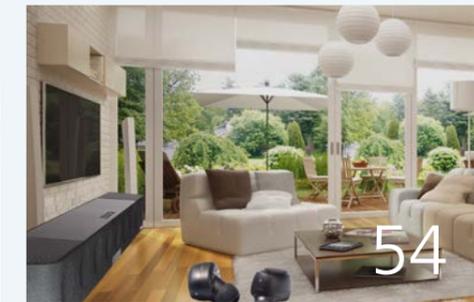
**5G einfach mal ausprobieren**



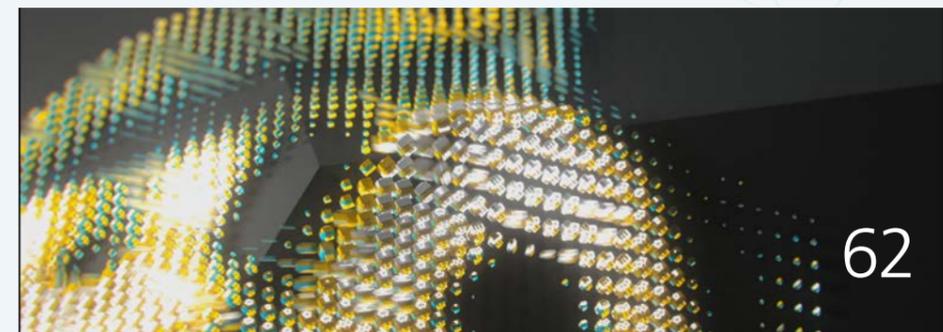
**Einmalig präzise schalten und messen**



**Neuer Goldstandard  
für die industrielle CT**



**Bessere Audioerlebnisse  
rund um die Welt**



**Quantenwelt: Aus der Forschung in die Anwendung**



## Funktechnologie mioty®: Preisgekrönt und standardisiert

### Auf einen Blick

- 1 | Die Funktechnologie mioty® kann Daten von über hunderttausend Sensorknoten verlustfrei über eine einzige Sammelstelle übertragen.
- 2 | Die mioty®-Technologie ist als Standard etabliert, ein Patentpool ist aufgesetzt und erste Lizenzverträge wurden geschlossen.
- 3 | Dr. Gerd Kilian, Josef Bernhard und Prof. (Univ. Navarra) Michael Schlicht erhielten für die Entwicklung den Fraunhofer-Preis 2021.

Sei es in Industriehallen, sei es auf dem Acker: Überall dort, wo dezentral Milliarden von kleinsten Datenmengen erhoben und gesammelt werden müssen – und das effizient, sicher und kostengünstig –, ist die Funktechnologie mioty® hilfreich. Kein Wunder, dass die Entwicklung nicht nur standardisiert, sondern auch preisgekrönt wurde.



Geht es um Klimaneutralität, ist meist die Rede von erneuerbaren Energien, Wasserstoff und Elektromobilität. Doch ist ein solcher Kraftakt hin zur Null-Emissions-Gesellschaft nur mit zahlreichen technologischen Bausteinen zu schaffen. Ein solcher ist mioty®: Daten mehrerer Tausend bis hunderttausend Sensorknoten pro Quadratkilometer lassen sich damit verlustfrei über eine einzige Sammelstelle übertragen – damit können vielzählige Anwendungen zur Zustandsüberwachung und Fernwartung effizient und zuverlässig umgesetzt werden. Mittlerweile sind dreißig Patentfamilien angemeldet, ein Start-up ist initiiert, die Technologie international standardisiert, eine Industriallianz gegründet, ein Patentpool aufgesetzt und erste Lizenzverträge sind geschlossen. Stellvertretend für das 30-köpfige Entwicklungsteam erhielten Dr. Gerd Kilian, Josef Bernhard und Prof. (Univ. Navarra) Michael Schlicht den Joseph-von-Fraunhofer-Preis 2021. Im Interview verraten die Forscher, was hinter der Technologie steckt und worin sie ihr Erfolgsgeheimnis sehen.

**Mit mioty® lassen sich kleine Datenpakete verlustfrei übertragen. In welchem Kontext ist das wichtig?**

**Michael Schlicht:** Das große Schlagwort lautet Internet der Dinge, auch IoT genannt. Kurz gesagt werden dabei über Sensoren kleine Datenmengen erfasst, die sporadisch per Funk an eine Zentrale übertragen und ausgewertet werden. Durch mioty® können erstmals mehrere Hundert Datenpakete zur gleichen Zeit gesendet werden. Bei einer Bandbreite von nur 200 Kilohertz überträgt mioty® am Tag über drei Millionen Datenpakete robust an eine einzige Sammelstelle. Und das so energieeffizient, dass die Batterien bis zu 20 Jahre durchhalten.

**Josef Bernhard:** Überall dort, wo viele kleine Objekte energiesparend und sicher über viele Jahre vernetzt werden müssen, leistet mioty® einen unschätzbaren Nutzen.



Die in diesen Sensoren genutzte mioty®-Technologie ist eine der ersten Funkkommunikationslösungen für IIoT-Anwendungen, basierend auf dem ETSI-Standard TS 103357.

## Die Funktechnologie mioty® hat sich zum internationalen Standard gemauert, es wurden bereits erste Lizenzverträge in Millionenhöhe geschlossen – um nur einige Eckpunkte zu nennen. Wie lautet das Rezept dieses Erfolgs?

**Michael Schlicht:** Was ganz wichtig ist in so einem Projekt und was für fast alle Projekte von Fraunhofer gilt: Wir sind niemals allein auf der Welt – stattdessen sind wir Teil einer Wertschöpfungskette, Teil eines Ökosystems. Als Partner, die mit exzellenter Wissenschaft punkten können, machen wir solche Ökosysteme möglich. In diesem Fall haben wir das auch über die Vergabe von Softwarelizenzen an Gerätehersteller und die internationale »mioty alliance«, die derzeit 30 Mitglieder wie Texas Instruments und Diehl umfasst, getan.

## Was ist nötig, um die Herausforderungen auf einem solchen Entwicklungsweg zu lösen?

**Josef Bernhard:** Nötig sind auf jeden Fall Agilität und Hartnäckigkeit. Und beides haben alle bei uns im Team beigesteuert – nur so konnte aus einer ersten Idee ein marktfähiges, lizenzfähiges Produkt werden.

**Gerd Kilian:** Das Wichtigste bei mioty® war und ist die Zusammenarbeit! Ohne das tolle Team wäre das alles nicht möglich gewesen, eben weil das Thema so vielschichtig ist. Beteiligt waren sowohl Nachrichten-, Hochfrequenz- und Digitalschaltungstechniker als auch Softwareentwickler, Geschäftsentwickler und Projektleiter – und zwar an verschiedenen Standorten des Fraunhofer IIS.

## Sie drei haben für die Entwicklung von mioty® stellvertretend für das gesamte Team den Fraunhofer-Preis erhalten. Wie sah Ihre Zusammenarbeit aus?

**Gerd Kilian:** Neben den vielen technischen Disziplinen, die man braucht, sind auch die Vermarktung und die Standardisierung enorm wichtig. In diesem inhaltlichen Dreigespann finden wir uns gut wieder. Michael ist in der Vermarktung am stärksten vertreten, bei der Standardisierung übernimmt Josef die Führung, und von der wissenschaftlichen Seite war ich vielleicht etwas prägender. Aber nichtsdestotrotz sind wir alle Wissenschaftler und reden gemeinsam mit potenziellen Kunden ...

**Josef Bernhard:** ... und jeder hat – trotz dieser Aufteilung – von der Disziplin des anderen sehr wohl Ahnung.

## Worauf sind Sie stolz?

**Michael Schlicht:** Wir sind stolz, dass unsere Idee zu mioty® nicht in der wissenschaftlichen Schublade hängen geblieben ist, sondern dass wir es geschafft haben, sie zu einer Produktfamilie zu entwickeln und sogar zum ETSI-Standard werden zu lassen – also zu einem Standard des European Telecommunications Standards Institute. Kurzum: auf die Entwicklung der ersten standardisierten Low-Power-Wide-Area-Kommunikationslösung, die auf unserem Übertragungsverfahren, dem Telegram Splitting, basiert, das für eine zuverlässige Datenübertragung sorgt. Zwar ist die Anfangsidee bei uns entstanden, motiviert war sie aber aus dem Ökosystem, sprich aus der Anwendung heraus.

## Welche gesellschaftliche Relevanz hat mioty®?

**Josef Bernhard:** Die Vielfalt der Anwendungen, die die Technologie bedienen kann, ist enorm: Von industriellen Anwendungen, smarten Städten, Nachhaltigkeit, Agrarindustrie, Frühwarnsystemen über Zustandsüberwachung – eigentlich kann die Technologie in allen vertikalen Märkten eingesetzt werden. Wichtig ist vor allem, dass wir anderen erlauben – jenseits unserer eigenen Vorstellung –, selbst auf der Anwendungsseite kreativ zu werden. Eine vielversprechende Anwendung von mioty® liegt beispielsweise in der Landwirtschaft, insbesondere zur Reduzierung des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks.

**Gerd Kilian:** Die optimierte Bewässerung ist da ein leicht verständliches Beispiel. Einerseits möchte man die Pflanzen nicht vertrocknen lassen, andererseits verbraucht zu viel Bewässerung Ressourcen und schwemmt Düngemittel ungenutzt aus. Ist bekannt, in welchem Zustand der Boden ist, lassen sich große Mengen an Düngemittel und Wasser einsparen. Genau dies ermöglicht mioty®.

**Josef Bernhard:** Der Trend zur Digitalisierung ist nicht zu übersehen. Da spielen Kommunikationsthemen, energieeffiziente und -autarke Lösungen und IoT-Plattformen eine wichtige Rolle. Es ist daher hoch spannend, wie sich das in den nächsten Jahren entwickeln wird.

[www.iis.fraunhofer.de/mioty](http://www.iis.fraunhofer.de/mioty)

[youtu.be/HyVxHaRsJqY](https://youtu.be/HyVxHaRsJqY)



### Kontakt

**Dr. Gerd Kilian**  
Bereich Kommunikationssysteme

Telefon +49 9131 776-6327  
gerd.kilian@iis.fraunhofer.de



### Kontakt

**Josef Bernhard**  
Bereich Lokalisierung und Vernetzung

Telefon +49 911 58061-3300  
josef.bernhard@iis.fraunhofer.de



### Kontakt

**Prof. (Univ. Navarra) Michael Schlicht**  
Bereich Kommunikationssysteme

Telefon +49 9131 776-4050  
michael.schlicht@iis.fraunhofer.de

# Institutsleiter Dr. Bernhard Grill zum Honorarprofessor berufen



## Experte für Audiocodierung bereichert Lehrangebot der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

Am 21. Januar 2021 wurde Dr. Bernhard Grill zum Honorarprofessor am Fachbereich Wirtschafts- und Sozialwissenschaften der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU) berufen. In seinen Lehrauftrag bringt er seine jahrzehntelangen Erfahrungen und Erfolge in der Patentlizenzierung ein. Seine Vorlesung »Patenting for Innovation« widmet sich Fragen des geistigen Eigentums, insbesondere Patenten in Forschung, Entwicklung und Innovation, sowie der Patentverwertung und internationalen Patentpolitik.

»Innovationen brauchen eine Umgebung mit neugierigen, wissensdurstigen und passionierten Menschen. Ich freue mich daher sehr, dass Dr. Bernhard Grill als Honorarprofessor Teil der FAU wird«, so Prof. Dr. Joachim Hornegger, Präsident der FAU, bei der Verleihung der Urkunde. Prof. Dr. Freimut Bodendorf, Inhaber des Lehrstuhls für Wirtschaftsinformatik, ergänzt: »Bernhard Grill wird die Wirtschaftsinformatik sowie den bedeutenden Forschungsschwerpunkt »Digitalisierung und Innovation« mit seiner herausragenden Expertise wesentlich bereichern.«

Bereits ab 1988 war Bernhard Grill entscheidend an der Entwicklung der mp3- und AAC-Technologie beteiligt. Zwölf Jahre später wurde er für seine Forschungsleistung zusammen mit Karlheinz Brandenburg und Harald Popp, stellvertretend für das größere Team am Fraunhofer IIS, als Erfinder des mp3-Verfahrens mit dem Deutschen Zukunftspreis – Preis des Bundespräsidenten für Technik und Innovation ausgezeichnet. Mit Lizenzerlösen aus der mp3- und AAC-Technologie von weit über einer Milliarde Euro konnte die Fraunhofer-Gesellschaft nicht nur mehr als 1000 Arbeitsstellen über Jahrzehnte hinweg schaffen, sondern auch die Fraunhofer-Zukunftstiftung zur Förderung von Innovationen in Deutschland gründen.

Im Jahr 2001 übernahm Bernhard Grill die Leitung der Abteilung Audio am Fraunhofer IIS, 2011 wurde er Leiter des Forschungsbereichs »Audio und Multimedia«, der heute als Bereich »Audio und Medientechnologien« weltweit Anerkennung als technologischer und wissenschaftlicher Technologieführer auf vielen Gebieten der Audiosignalverarbeitung erfährt. Im Jahr 2016 wurde er mit der Zuständigkeit für Audio und Medientechnologien in die Institutsleitung des Fraunhofer IIS berufen.

# Stabübergabe im Bereich Smart Sensing and Electronics

## Kompetenzstark im Führungstandem

Dr. Denise Müller-Friedrich und Dr. Jens-Uwe Garbas übernahmen am 1. Januar 2021 gemeinsam die Leitung des Forschungsbereichs Smart Sensing and Electronics. Sie traten damit die Nachfolge von Josef Sauerer an, der den Bereich ab 2016 erfolgreich leitete.

## Josef Sauerer verabschiedet sich in den Ruhestand

»Josef Sauerer hat als Mann der ersten Stunde seit über 35 Jahren den Aufbau der Kernkompetenz Mikroelektronik am Fraunhofer IIS entscheidend geprägt und sich dabei maßgeblich um den Mikroelektronik-Standort Deutschland verdient gemacht«, würdigt Institutsleiter Prof. Dr. Albert Heuberger dessen außerordentliches Engagement. Der Forschungsbereich Smart Sensing and Electronics umfasst ca. 140 Mitarbeitende und ein jährliches Budget von etwa 28 Millionen Euro. Ende März 2021 verabschiedete sich Josef Sauerer in den Ruhestand.

## Team der geteilten Führung

Das neue Leitungsduo bringt seine Kompetenzen im Modell der geteilten Führung ein. Prof. Dr. Albert Heuberger freut sich über die Neubesetzung: »Als Team in einer Doppelspitze werden sie sich als Persönlichkeiten und in ihrer beruflichen Qualifikation bestens ergänzen und den Bereich in eine erfolgreiche Zukunft führen.«

Elektronikingenieur Dr. Jens Garbas befasst sich vor allem mit der Gesamtstrategie und Personalführung: »Von der Sensorik für medizinische Anwendungen über die Entwicklung von KI-Software in der Bildverarbeitung bis hin zum großserientauglichen IC-Design liefern wir erstklassige Lösungen für Wirtschaft und Wissenschaft. Mein Ziel ist es, noch mehr Synergien zwischen den Geschäftsbereichen zu heben und dabei die Stärken in den etablierten Feldern auszubauen.«

Dr. Denise Müller-Friedrich kümmert sich um die Themen Organisationsentwicklung, Strategie- und Businessprozesse und Finanzen. »Unsere Vision einer Entwicklung von smarten Sensoren, Mikroelektronik und Software für einen besseren Lebensalltag ist der Antrieb für unsere Forschungsarbeit. Wir möchten an die fachlichen und strategischen Erfolge der vergangenen Jahre weiter anknüpfen, neue Initiativen starten und Themen und Menschen optimal vernetzen«, erläutert Müller-Friedrich.



*Dr. Jens-Uwe Garbas und Dr. Denise Müller-Friedrich leiten seit dem 1. Januar 2021 den Bereich Smart Sensing and Electronics.*

# Research has many faces

## Vielfalt fördern – von Vielfalt profitieren

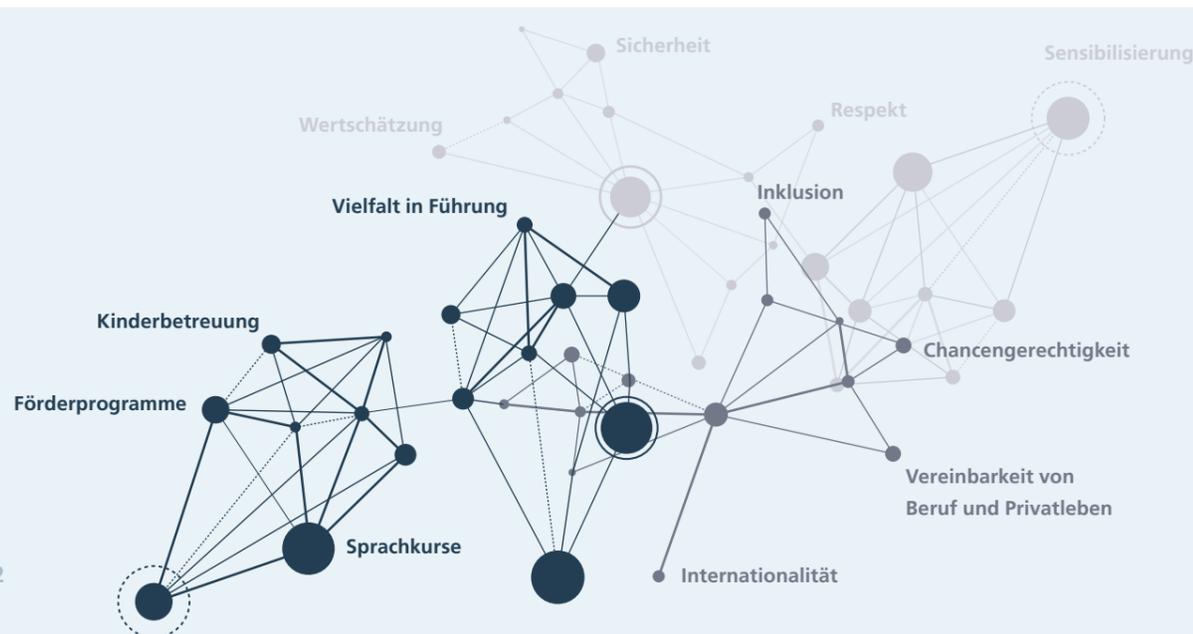


Vielfalt in allen Dimensionen ist für uns als Institutsleitung am Fraunhofer IIS schon immer eine Selbstverständlichkeit.«

**Dr. Peter Dittrich**  
stellvertretender Institutsleiter  
Fraunhofer IIS

Jeden Tag arbeiten 1149 Mitarbeitende sowie Studierende und Auszubildende aus 53 Nationen von vier verschiedenen Kontinenten am Fraunhofer IIS an Lösungen für eine smarte Zukunft. Diese Bandbreite an Herkunftsländern ist allerdings nur ein Aspekt von Vielfalt an unserem Institut: Vielfalt bedeutet, dass alle Mitarbeitenden in ihrer Individualität, d. h. mit all ihren Unterschieden in Bezug auf soziale und kulturelle Herkunft, Geschlecht oder Lebensalter, zu uns und der Kultur am Fraunhofer IIS gehören.

Diverse Teams punkten mit unterschiedlichen Sichtweisen und sind ein Schlüssel zu Kreativität, Innovationsfähigkeit und hoher Problemlösungskompetenz. Entscheidungen, die in solchen Teams getroffen werden, sind tragfähiger, da sie unterschiedliche Bedarfe und Anwendungskontexte in Forschung und Entwicklung besser berücksichtigen. Das Fraunhofer IIS setzt sich für Chancengerechtigkeit, die Vereinbarkeit von Beruf und Privatleben, Inklusion und eine internationale Personalarbeit ein. Das Angebot einer Sommerferienbetreuung, der Kindertag am schulfreien Buß- und Betttag und 30 Sprachkurse im Jahr 2021 sind nur einige Beispiele dafür. Ein Fraunhofer-weites Ziel ist es, junge Frauen für Berufe in den Bereichen Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft und Technik (MINT) zu begeistern. Dabei werden Programme systematisch genutzt, um Potenzialträgerinnen zu gewinnen und zu fördern. Hier setzt das bewährte Mentoring-Programm josephine® an. Es richtet sich an junge Studentinnen der MINT-Fächer, die zusammen mit einer erfahrenen Wissenschaftlerin als Mentorin ihre individuellen Möglichkeiten und Potenziale für die berufliche Orientierung reflektieren. Eine Studentin, die in der ersten Programmrunde als Mentee dabei war und mittlerweile Mitarbeiterin und selbst Mentorin ist, sagt dazu: »Der Austausch mit meiner Mentorin und die angebotenen Seminare haben sehr dabei geholfen, mir meiner Kompetenzen bewusst zu werden, diese zu stärken und den richtigen Berufseinstieg für mich zu finden.« Neben einer gemeinsamen Kick-off-Veranstaltung, einem Netzwerktreffen und der Abschlussveranstaltung werden auch exklusive Workshops und Seminare für die Mentees angeboten. Sechs neue studentische und zwei TVÖD-Mitarbeiterinnen konnten im Jahr 2021 über josephine® gewonnen werden. 2022 geht das Programm in die vierte Runde.



# Nachwuchsförderung auf dem Forschungscampus in Waischenfeld



## Veranstaltungen als Technik-Trigger und Ideenschmiede für junge Talente

Idyllisch in der Fränkischen Schweiz gelegen, bietet unser Forschungscampus in Waischenfeld einen reizvollen Standort für die Ausrichtung von Gruppenveranstaltungen. Die ausgezeichnete Forschungsinfrastruktur ermöglicht es, sowohl effektiv und konzentriert zu arbeiten als auch gemeinsam die Akkus mit Natur- und Teamerlebnissen direkt vor der Haustür wieder aufzuladen. Im Corona-geschüttelten Jahr 2021 konnte diese Kombination insbesondere in drei Veranstaltungen gewinnbringend für junge Menschen eingesetzt werden.

Vom 11. bis 20. August 2021 fand auf dem Campus die JuniorAkademie Bayern statt. Die begehrten Plätze wurden nach einem bayernweiten Auswahlverfahren an dreißig Schülerinnen und Schüler vergeben, die sich in ihren Schulen aufgrund ihrer Begabung und Begeisterung für Technik hervorgetan hatten. Unter der Anleitung unserer Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler konnten sich die jungen Technikfans mit Themenschwerpunkten von der Erzeugung und Wahrnehmung von Musik bis zur Entstehung elektromagnetischer Felder und Farbtiefen auseinandersetzen. Sport- und Kreativ-Workshops sorgten für Abwechslung und Ferienlaune.

In der zweiten Septemberwoche, vom 5. bis 11. September 2021, folgte das diesjährige Fraunhofer-Summercamp, das vom Fraunhofer-Netzwerk »Wissenschaft, Kunst und Design« organisiert wurde. Unter dem Motto »Design & Forschung vs. Pandemien« suchten interdisziplinäre Teams aus Forschenden und Studierenden nach kreativen, praxisnahen Lösungen für das Forschungsthema Pandemie. Die Zusammenführung der unterschiedlichen Kompetenzen mündete in der Entwicklung dreier innovativer Prototypen.

Die Talent School bildete vom 2. bis 5. November 2021 den Abschluss der Veranstaltungen für junge Talente. Das Folgeprogramm der JuniorAkademie 2019 sollte die bereits geförderten, in den MINT-Fächern begabten Jugendlichen nochmals mit der Forschung in Berührung bringen und sie für eine Berufswahl und Karriere in diesem Bereich begeistern. Zwei unserer Experten führten die Jugendlichen u. a. an die Ästhetik komplexer Zahlen und die Konstruktion einer funktionsgerechten elektrischen Schaltung heran.

[www.iis.fraunhofer.de/forschungscampus](http://www.iis.fraunhofer.de/forschungscampus)

*links:  
Beim Fraunhofer-Summercamp 2021 am Forschungscampus in Waischenfeld arbeiteten Studierende und Forschende zusammen an Möglichkeiten zur Bekämpfung von Begleiterscheinungen von Pandemien.*

*Mitte links:  
Auch Freizeitaktivitäten auf dem Gelände des Forschungscampus standen auf der Agenda des Summercamps.*

*Mitte rechts:  
Die Teilnehmenden der JuniorAkademie konnten aus einem vielfältigen Programm aus Haupt- und Kreativkursen wählen.*

*rechts:  
Der Forschungscampus in Waischenfeld.*

# Einzug in neues Institutsgebäude am Standort Dresden



## Deutlich verbesserte Arbeitsbedingungen und neue Laborflächen für den Institutsteil Entwicklung Adaptiver Systeme EAS

Es ist Leben eingezogen ins neue Gebäude des Fraunhofer IIS in Dresden. Die Büros sind eingerichtet und die Laborflächen mit zahlreichen neuen Test- und Experimentiermöglichkeiten ausgestattet. Seit Sommer 2021 sind nun auch die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter unseres Institutsteils EAS im neuen Gebäude, das auf 4300 Quadratmeter Nutzfläche nahe der Technischen Universität Dresden entstanden ist, tätig. Das bisherige Domizil war den steigenden Anforderungen in einem anspruchsvollen wissenschaftlichen Umfeld nicht mehr gewachsen und auch für die Zahl der Mitarbeitenden zu klein geworden.

Wir forschen in Sachsen vor allem an der Umsetzung komplexer elektronischer Systeme und intelligenter Sensorik sowie an Lösungen für die intelligente Produktion. Um die Forschung an diesen Themen zukunftssicher aufzustellen, verfügen wir nun nicht nur über ausreichend Büroflächen, sondern auch über zwei in das Gebäude integrierte Versuchshallen sowie zahlreiche Elektroniklabore, Messräume und einen Fahrzeugprüfstand. Damit können wir jetzt noch besser auf die Anforderungen unserer Partner eingehen. Darüber hinaus bietet das Gebäude ideale Voraussetzungen, um Zukunftsthemen

voranzutreiben, z. B. durch ein neues Applikationszentrum Quantenkommunikation oder ein Labor für Test und Prototyping von Anwendungen auf Basis Künstlicher Intelligenz.

Aber nicht nur für unsere Forschung, sondern auch gestalterisch und energetisch wird ein Konzept der Nachhaltigkeit verfolgt. Das gesamte Gebäude verfügt über eine hohe Energieeffizienz. Unter anderem durch Luft-Erdwärme-Tauscher, Bauteilaktivierung und eine Photovoltaikanlage kann Energie besonders effektiv genutzt werden. Die Fassade mit hinterlüftetem Aluminiumblech hat nicht nur eine hohe Lebensdauer, einen geringen Wartungsbedarf und sehr gute Recycling-Eigenschaften, sondern sorgt auch für eine optimierte Wärmedämmung.

Und weil erfolgreiche Forschungsprojekte aus vielen einzelnen Bausteinen bestehen, bietet der neue Standort mit flexiblen Kommunikationsbereichen, einer Bibliothek, einem Konferenzraum und einem Schulungsraum auch für den kreativen und fachlichen Austausch ideale Bedingungen.

 [www.eas.iis.fraunhofer.de/neubau-dresden](http://www.eas.iis.fraunhofer.de/neubau-dresden)

# Weiterbildungen – Auswahl

## Expertise erwerben – Kompetenzen aufbauen

### Entwicklung Adaptiver Systeme

»Webinar Wednesday«: virtuelle Fortbildungen zu aktuellen Themen wie

- IC Reliability – an Overview
- SystemVerilog for Verification
- Auf dem Weg zur Smart Factory – drahtlose Echtzeit-Vernetzung in der Produktion
- KI in der Produktionstechnik – wie gestaltet man den Einsatz erfolgreich?
- KI-Grundlagenschulung und KI-Intensivschulung

### Audio und Medientechnologien

- Digital Media Weekly Specials: informative Interviews zu den neuesten Themen aus dem Geschäftsbereich Digitale Medien
- Weiterbildungsangebote aus dem Projekt KISS, z. B. »Optimization and deployment of deep neural networks on heterogeneous systems« oder »Compression of deep neural networks«
- MPEG-H-Audio-Webinarserie in Brasilien: Vertiefungsmodule und Live-Vorführungen
- AES-Workshops und -Webinare zu MPEG-H Audio Production
- MPEG-H-Webinar beim Verband Deutscher Tonmeister (VDT)
- Kolloquiumsreihe: Virtual LiVe – Virtualisierung von Live-Veranstaltungen durch audiovisuelle Immersion

### Entwicklungszentrum Röntgentechnik

- ISAR-Expert-Workshop in Präsenz für Kunden der Software ISAR für die Räderprüfung

### Lokalisierung und Vernetzung

- Webinar zum 5G-Bavaria-Testbed »Industrie 4.0«
- NIK-Veranstaltungsreihe »5G Dialog« im Rahmen der Initiative 5G Bavaria: 5G in der industriellen Kommunikation – Technologien und Anwendungsszenarien
- Fraunhofer-IIS-Technologiekompass: Vorstellung von Lokalisierungs- und

Vernetzungstechnologien, KI und Energiesystemen

- IT-Sicherheit in drahtlosen Kommunikationssystemen

### Smart Sensing and Electronics

- Grundlagenseminar AI-Essentials: Machine Learning
- »Deep Learning and Computer Vision«: praxisorientierter zweitägiger Workshop für Deep Learning Workflows

### Arbeitsgruppe für Supply Chain Services

- Knowledge Snacks »Digitale Transformation«: E-Learning-Webinare in Kooperation mit dem Leistungszentrum Elektroniksysteme (LZE)
- »Leading Digital Transformation«: Schulungsprogramm für Führungskräfte in Kooperation mit dem Indian Institute of Management Bangalore und der FAU Erlangen-Nürnberg
- Master Logistik und SCM: Masterstudiengang »Logistik und Supply Chain Management« an der Euro-FH Hamburg
- Mittelstand 4.0-Schulungen:
  - Initiative des Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrums Augsburg mit Schwerpunkt »Digitale Geschäftsmodelle« für KMU
  - Mittelstand 4.0-Mobil: Ausstellungsraum auf Rädern mit Industrie-4.0-Demonstratoren
- Schulungsreihe »LEAN LOGISTICS«: in Kooperation mit Praxispartner »trilogIQa – change to learn« mit interaktiven Lern- und Planspielen

### Fraunhofer-Geschäftsbereich Vision

Seminare mit Anwendungsberatung, z. B.

- »Qualitätssicherung mit industrieller Röntgentechnik«
- »Optische 3D-Messtechnik für die Qualitätssicherung in der Produktion«

### Aktuelles Angebot

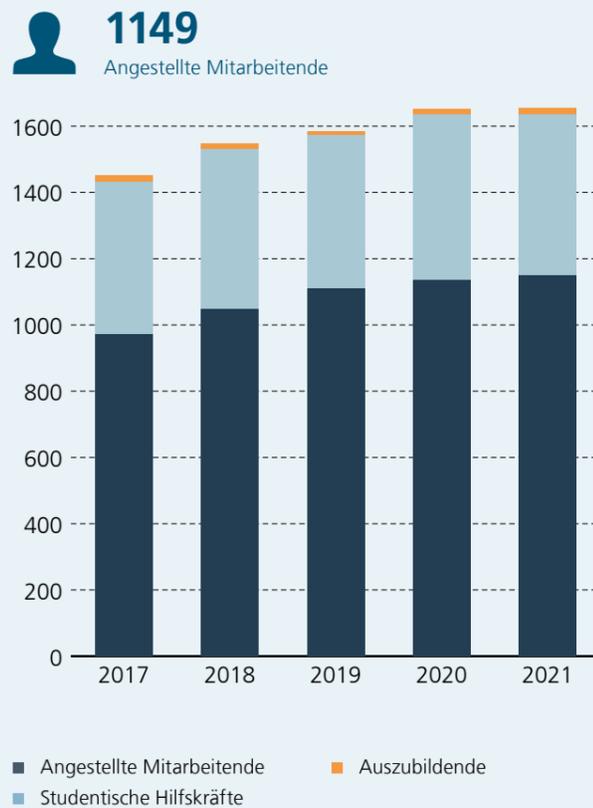
Wir unterstützen Sie gerne bei Ihrem individuellen Weiterbildungsbedarf. Aktuelle Angebote und Details finden Sie auf unserer Website:

 [www.iis.fraunhofer.de/weiterbildungen](http://www.iis.fraunhofer.de/weiterbildungen)

# Zahlen | Daten | Fakten

## Zahl der Mitarbeitenden wächst

Am Fraunhofer IIS arbeiten 1149 Menschen aus vier verschiedenen Kontinenten. Wie in den Vorjahren ist die Anzahl der Mitarbeitenden, die dem Stellenplan zugerechnet werden, damit leicht gestiegen. Außerdem sind 488 Studierende und 17 Auszubildende am Institut beschäftigt.



## 40 Prozent Industrieertrag

Das Fraunhofer IIS hat im Jahr 2021 einen ausgeglichenen Haushalt. 40 Prozent der Mittel des Instituts kamen aus Industrie und Wirtschaft. Die Grundfinanzierung, getragen durch Bund und Länder, betrug 19 Prozent. 25 Prozent des Budgets stammen aus öffentlichen Erträgen.



## Zahl der Erfindungsmeldungen gestiegen

100 Erfindungsmeldungen wurden im Jahr 2021 von Mitarbeitenden des Fraunhofer IIS eingereicht. Die Mehrzahl kam aus den Forschungsbereichen Kommunikationssysteme sowie Audio und Medientechnologien und bezog sich auf die Themen 5G und Audio.



# Organigramm



Stand: Januar 2022

## Mitglieder des Kuratoriums

Das Kuratorium berät die Institutsleitung und fördert die Kontakte des Instituts zu Organisationen und zur Industrie.

<b>MinR'in Dr. Annerose Beck</b>	Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft, Kultur und Tourismus
<b>Eckard Eberle</b>	Siemens AG
<b>Dr. Bernd Ebersold</b>	Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitale Gesellschaft
<b>Dr. Astrid Elbe</b>	Aviat Networks
<b>Prof. Dr. Kai Fischbach</b>	Otto-Friedrich-Universität Bamberg
<b>Jörg Fürbacher</b>	EURO-LOG AG
<b>Klaus Helmrich</b>	Siemens AG
<b>Prof. Dr. Joachim Hornegger</b>	Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
<b>Anton Kathrein</b>	
<b>Prof. Franz Kraus</b>	ARRI AG
<b>Dr. Walther Pelzer</b>	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR)
<b>MinR'in Dr. Heike Prasse</b>	Bundesministerium für Bildung und Forschung
<b>Dr. Heike Riel</b>	IBM Research
<b>Dr. Dietmar Schill</b>	Sony Europe B.V.
<b>MinR Dr.</b>	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
<b>Alexander Tettenborn</b>	
<b>Dr. Isabel Thielen</b>	Thielen Business Coaching GmbH
<b>MinR Dr. Dirk Tielbürger</b>	Bundesministerium der Verteidigung
<b>MinR a.D.</b>	
<b>Norbert Michael Weber</b>	
<b>Jürgen Weyer</b>	
<b>MinDirig. Dr. Manfred Wolter</b>	Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie

Stand: Dezember 2021

## Auszeichnungen, Preise und Ernennungen 2021 – Auswahl

### AES Best Peer-Reviewed Paper Award

**Thomas Robotham, Dr. Andreas Silzle und Prof. Dr. Jürgen Herre** erhielten den AES Best Peer-Reviewed Paper Award für ihren Beitrag »Perceptual Evaluation of Interior Panning Algorithms Using Static Auditory Events«.

### AES President's Award for Outstanding Technical Achievement

**Alessandro Travaglini**, Mitarbeiter in der Gruppe »Audio für Rundfunkanwendungen«, hat als Mitglied der TC-BOD Drafting Group die Auszeichnung für seine Beiträge zum Technical Document TD1008 »Recommendations for Loudness of Internet Audio Streaming and On-Demand Distribution« erhalten.

### ARD / ZDF Förderpreis »Frauen + Medientechnologie«

Der mit 3000 Euro dotierte zweite Preis ging an Toningenieurin **Daniela Rieger** für ihre an der Hochschule der Medien Stuttgart eingereichte Masterarbeit »Objektbasierte Musikproduktion – Entwicklung eines kombinierten Workflows für Dolby Atmos Music und 360 Reality Audio auf Basis einer bereits bestehenden Stereo-Mischung«.

### IEEE Industrial Innovation Award

**Prof. Dr. Jürgen Herre** hat zusammen mit Prof. Dr. Karlheinz Brandenburg und James D. Johnston den IEEE Industrial Innovation Award für Beiträge zur Standardisierung der Audiocodierungstechnologie verliehen bekommen.

### Innovationswettbewerb »Elektronik für energiesparsame Informations- und Kommunikationstechnik«

Das Fraunhofer IIS und das Fraunhofer IAF sowie die Universität Freiburg/INATECH belegten mit dem Verbundprojekt »EdgeLimit – Grenz betrachtung der Leistungselektronik in modernen Edge-Cloud-Systemen« den zweiten Platz im Innovationswettbewerb des Bundesministeriums für Bildung und Forschung. Das Projektkonsortium erhält eine Förderung, um ihre Lösung für energiesparsamere Mobilfunkbasisstationen zu realisieren.

### Joseph-von-Fraunhofer-Preis 2021

Ein Forscherteam um **Prof. (Univ. Navarra) Michael Schlicht, Josef Bernhard und Dr. Gerd Kilian** hat mit der neuen, marktreif entwickelten drahtlosen Übertragungstechnologie mioty® für massive IoT einen Joseph-

von-Fraunhofer-Preis 2021 gewonnen. Der Preis wird an Mitarbeitende der Fraunhofer-Gesellschaft für ihre herausragende wissenschaftliche Leistung zur Lösung anwendungsnaher Probleme verliehen (siehe S. 6).

### Pilotinnovationswettbewerb »Energieeffizientes KI-System«

»Welcher Chip schafft es, in EKG-Daten Herzrhythmusstörungen und Vorhofflimmern mit mindestens 90 Prozent Genauigkeit zu erkennen und dabei am wenigsten Energie zu verbrauchen?« Diese Aufgabe löste ein Team des Fraunhofer IIS und der FAU Erlangen-Nürnberg mit Bravour und erhielt für seinen energiesparsamen KI-Chip den ersten Platz im Pilotinnovationswettbewerb des Bundesforschungsministeriums.

### Professuren

**Prof. Dr. Bernhard Grill**, seit 2016 Institutsleiter am Fraunhofer IIS mit Zuständigkeit für Audio und Medientechnologien, ist zum 21. Januar 2021 zum Honorarprofessor am Fachbereich Wirtschafts- und Sozialwissenschaften der FAU Erlangen-Nürnberg bestellt worden (siehe S. 10).

**Prof. Dr. Stefan Kasperl** ist seit dem Wintersemester 2021/22 Professor für Physik an der Technischen Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm. Am Fraunhofer IIS ist er Chief Scientist im Bereich Entwicklungszentrum Röntgentechnik am Standort Fürth.

Die Technische Hochschule Deggendorf hat mit **Prof. Dr. Simon Zabler** einen Experten für Bildgebende Verfahren mit dem Schwerpunkt Computertomographie berufen. Professor Zabler leitet weiterhin im Bereich Entwicklungszentrum Röntgentechnik das Fraunhofer-Anwendungszentrum CT in der Messtechnik mit den Standorten Deggendorf und Passau.

**Prof. Dr. Jörg Robert** ist seit dem 1. Februar 2021 Universitätsprofessor für das Fachgebiet Zuverlässige Maschine-zu-Maschine-Kommunikation an der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik der TU Ilmenau. Am Fraunhofer IIS leitet er die Gruppe Reliable M2M Communication.

### Ron Halmshaw Award

**Andreas Michael Stock** erhält die Auszeichnung für sein im britischen Journal »Insight« veröffentlichtes Paper »Edge-preserving compression of CT scans using wavelets«. Gemeinsam mit seinen Kollegen hat sich Stock damit beschäftigt, wie sich bestimmte Kompressionsalgorithmen, die sogenannte Wavelets benutzen, bei industriellen Daten verhalten.

# Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD)

## Der zentrale Partner für Wirtschaft und Wissenschaft, Politik und Gesellschaft

Das Fraunhofer IIS bildet seit 2017 zusammen mit weiteren zehn Instituten des Fraunhofer-Verbunds Mikroelektronik sowie zwei Instituten der Leibniz-Gemeinschaft, dem Ferdinand-Braun-Institut, Leibniz-Institut für Höchstfrequenztechnik (FBH), und dem Leibniz-Institut für innovative Mikroelektronik (IHP), die standortübergreifende Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD).

Erstmals bündeln hier 13 Institute der beiden Forschungseinrichtungen Fraunhofer und Leibniz unter einem virtuellen Dach ihre Expertise und bringen somit eine neue Qualität in die Erforschung und Entwicklung von Mikro- und Nanosystemen. Mit den mehr als 2000 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern ist die FMD der weltweit größte Zusammenschluss dieser Art auf dem Gebiet der Forschung und Entwicklung (FuE). Sie trägt mit ihrer einzigartigen Kompetenz- und Infrastrukturvielfalt an den Instituten dazu bei, dass Deutschland und Europa ihren Spitzenplatz in Forschung und Entwicklung weiter ausbauen.

### Übergang in den Regelbetrieb

Bis Ende 2020 befand sich die FMD in der Aufbauphase. Die umfangreichen Investitionen des Bundesministeriums für Bildung und Forschung in die Modernisierung der Institute konnten Ende 2020/Anfang 2021 bis auf wenige, durch die COVID-19-Pandemie bedingte, Verzögerungen abgeschlossen werden.

Anfang 2021 startete die FMD mit der Zusammenlegung der beiden Geschäftsstellen des Fraunhofer-Verbunds Mikroelektronik und der Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD) und dem neuen Leiter der gemeinsamen Geschäftsstelle Dr. Stephan Guttowski in den verstetigten Betrieb. Diesen Übergang markierte die Digitalkonferenz »Impulsgeber FMD: Angebot & Potenzial – Köpfe & Know-how« am 22. April 2021. Das Modell einer interdisziplinären und interorganisationalen Zusammenarbeit der deutschen Forschungslandschaft trägt bereits erste Früchte und soll zukünftig auch europäisch ausgerollt werden.

### Mit Vernetzung und Kooperation zur technologischen Souveränität

Inzwischen gilt die FMD als Vorbild, wenn es darum geht, die Kompetenzen unterschiedlicher FuE-Institutionen mit einer gemeinsamen Strategie und einem gebündelten Angebot an die Industrie aufzustellen. Mit der standort-, technologie- und kompetenzübergreifenden Zusammenarbeit sorgt die FMD für den Erhalt und Ausbau der technologischen Souveränität entlang der gesamten Wertschöpfungskette.

Die Geschäftsstelle in Berlin repräsentiert die FMD-Institute und agiert als zentraler Ansprechpartner für alle Fragestellungen rund um die mikro- und nanoelektronische Forschung und Entwicklung in Deutschland und Europa.

### Vielseitige Kooperationsmöglichkeiten

Neben dem Leistungsangebot für ihre Kunden aus der Wirtschaft bietet die FMD ebenfalls unterschiedlichste Kooperationsmöglichkeiten für ihre Partner in Wissenschaft und Bildung. Diese zielen direkt auf eine kooperative Bearbeitung von Forschungsfragestellungen, wie die gemeinsame Arbeit in Verbundprojekten und den Betrieb der gemeinsamen Labore, den sogenannten Joint Labs, ab. Eine wesentliche Möglichkeit der Kooperation besteht dabei in der Erprobung spezieller Konzepte und Lösungen aus der Grundlagenforschung auf den Anlagen der Institute der FMD, um so ein besseres Verständnis hinsichtlich ihrer Eignung in stärker anwendungsorientierten Umfeldern zu erlangen.

### Vertrauenswürdige und nachhaltige Mikroelektroniksysteme für Innovationskraft

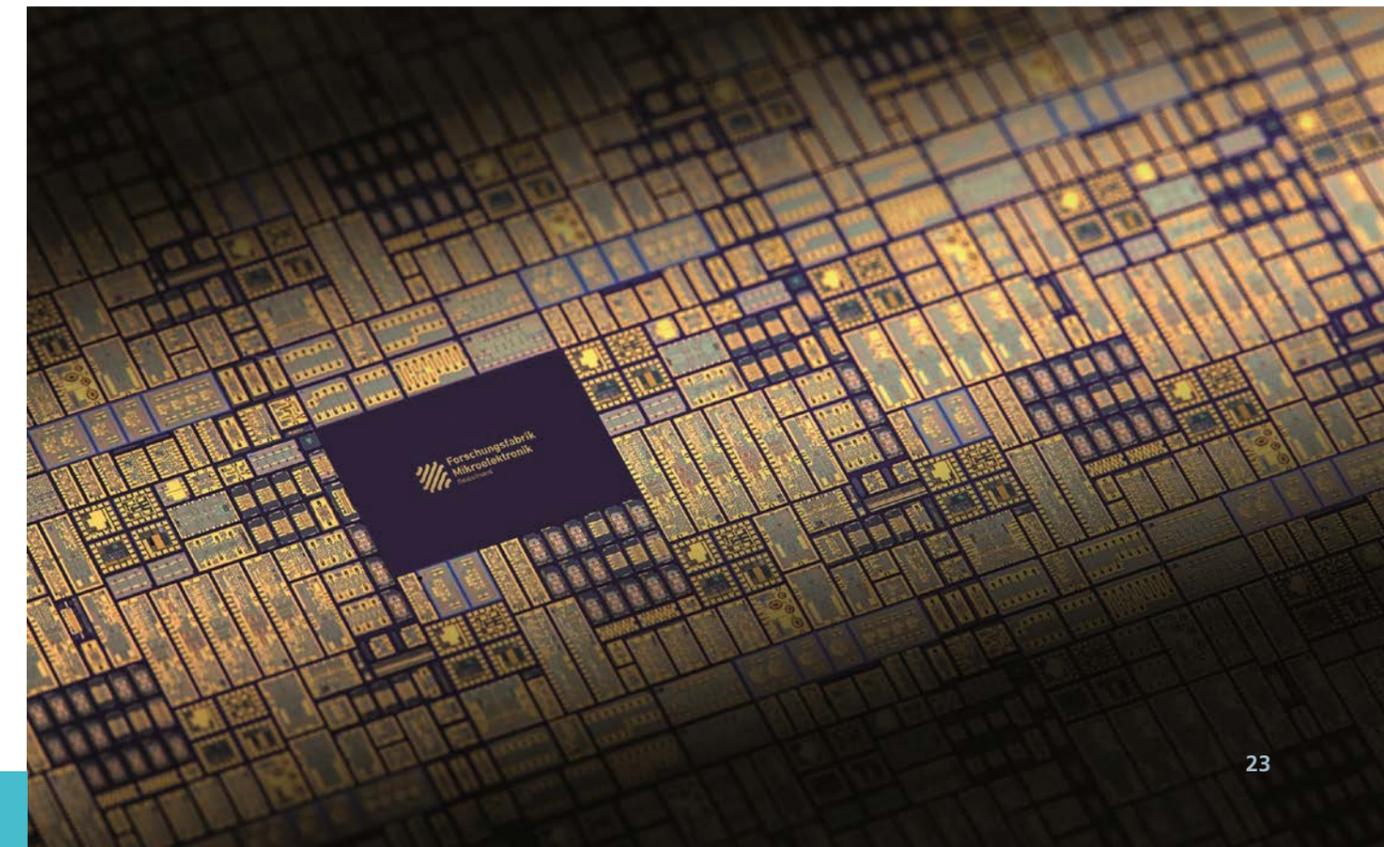
Eine zukunftsorientierte Gesellschaft ist in allen relevanten technischen Anwendungsdomänen – ob in kritischen Infrastrukturen, in der Industrie 4.0, im Automobilbereich oder auch bei medizinischen Geräten – auf elektronische Komponenten angewiesen. Auf diese müssen sich die Menschen verlassen können, um darauf vertrauenswürdige Produkte, Systeme und Infrastruktur aufbauen zu können.

Die technologieübergreifenden Kompetenzen, die man für die Bewältigung dieser Herausforderungen benötigt, entwickeln die Institute der FMD in Großprojekten wie »TRAICT« oder »Velektronik« mit. Im Projekt TRAICT (TrustedResourceAware ICT) beispielsweise arbeiteten bis Ende 2021 acht FMD-Institute mit weiteren zehn Fraunhofer-Instituten gemeinsam an

Rahmenbedingungen, damit Informations- und Kommunikationstechnik vertrauenswürdig und datenschutzkonform ist und dabei selbstbestimmt und sicher genutzt werden kann.

Um die komplette Wertschöpfungskette zu beleuchten und durchgehende Konzepte für vertrauenswürdige Elektronik in Deutschland und Europa zu erstellen, startete im März 2021 eine Plattform für die vertrauenswürdige Elektronik – kurz Velektronik. Beteiligt sind insgesamt 12 Partner – 11 Institute der FMD sowie das edacentrum. Innerhalb des Projekts sollen entsprechende Standards, Normen und Prozesse auf der Grundlage einer nationalen und europäischen Chipsicherheitsarchitektur entwickelt und in die Anwendung gebracht werden.

[www.forschungsfabrik-mikroelektronik.de](http://www.forschungsfabrik-mikroelektronik.de)



# Die Fraunhofer-Gesellschaft

## Die Fraunhofer-Gesellschaft weltweit

Die Fraunhofer-Gesellschaft kooperiert mit selbstständigen Fraunhofer-Auslandsgesellschaften in Europa, in Nord- und Südamerika und in Singapur. Fraunhofer Representative Offices und Fraunhofer Senior Advisors weltweit bilden die Brücke zu den lokalen Märkten und ein Büro in Brüssel fungiert als Schnittstelle zwischen Fraunhofer und den europäischen Institutionen. Zahlreiche strategische Kooperationen mit exzellenten internationalen Partnern ergänzen das Portfolio von Fraunhofer.

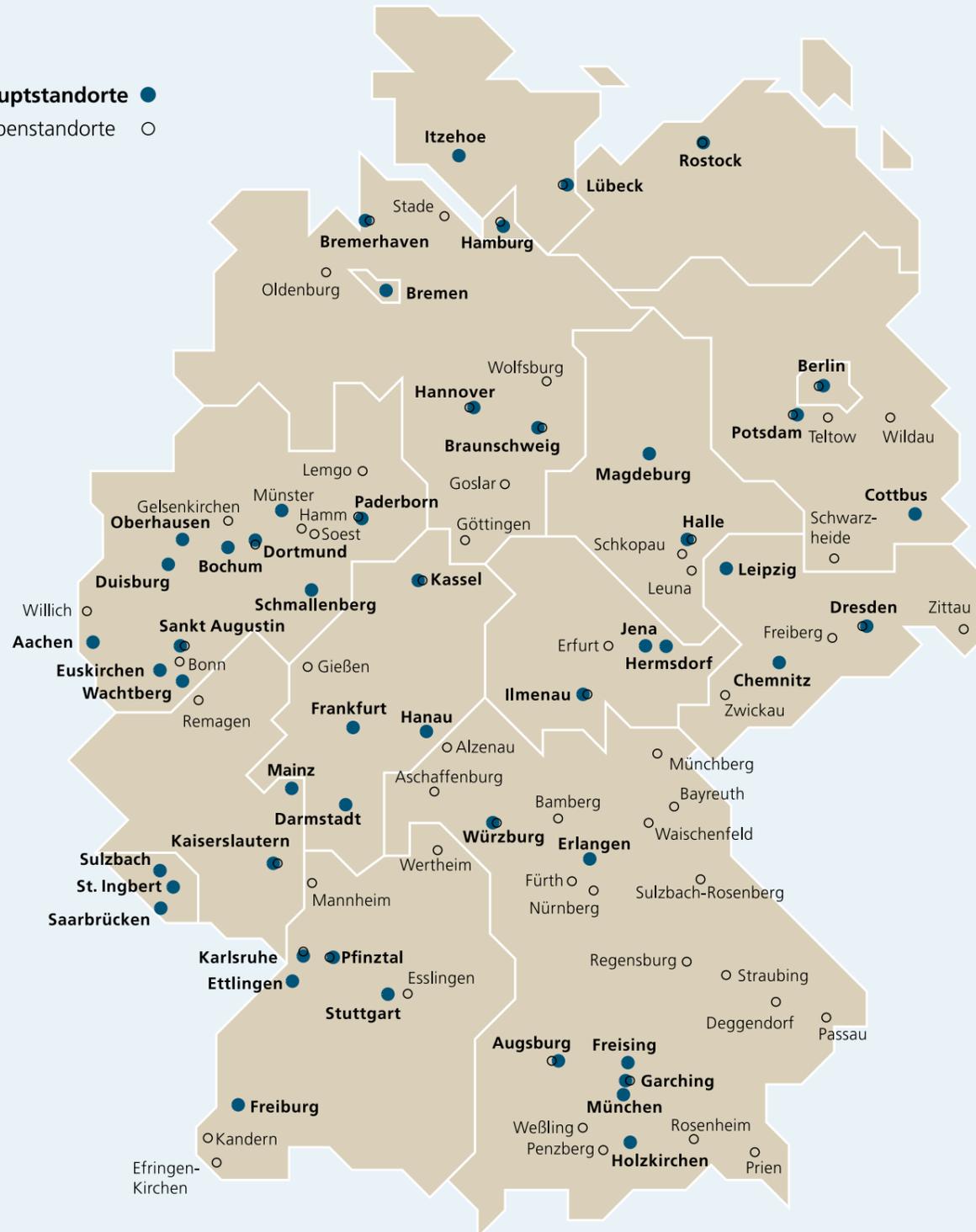
 [www.fraunhofer.de/international](http://www.fraunhofer.de/international)



Stand: Januar 2022



Hauptstandorte ●  
Nebenstandorte ○



## Die Fraunhofer-Gesellschaft in Deutschland



Die Fraunhofer-Gesellschaft mit Sitz in Deutschland ist die weltweit führende Organisation für anwendungsorientierte Forschung. Mit ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien sowie auf die Verwertung der Ergebnisse in Wirtschaft und Industrie spielt sie eine zentrale Rolle im Innovationsprozess. Sie ist Wegweiser und Impulsgeber für innovative Entwicklungen und wissenschaftliche Exzellenz. Mit inspirierenden Ideen und nachhaltigen wissenschaftlich-technologischen Lösungen fördert die Fraunhofer-Gesellschaft Wissenschaft und Wirtschaft und wirkt mit an der Gestaltung unserer Gesellschaft und unserer Zukunft.

Interdisziplinäre Forschungsteams der Fraunhofer-Gesellschaft setzen gemeinsam mit Vertragspartnern aus Wirtschaft und öffentlicher Hand originäre Ideen in Innovationen um, koordinieren und realisieren systemrelevante, forschungspolitische Schlüsselprojekte und stärken mit wertorientierter Wertschöpfung die deutsche und europäische Wirtschaft. Internationale Kooperationen mit exzellenten Forschungspartnern und Unternehmen weltweit sorgen für einen direkten Austausch mit den einflussreichsten Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

Die 1949 gegründete Organisation betreibt in Deutschland derzeit 76 Institute und Forschungseinrichtungen. Mehr als 30 000 Mitarbeitende, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 2,9 Milliarden Euro. Davon fallen 2,5 Milliarden Euro auf den Bereich Vertragsforschung. Rund zwei Drittel davon erwirtschaftet Fraunhofer mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Rund ein Drittel steuern Bund und Länder als Grundfinanzierung bei, damit die Institute schon heute Problemlösungen entwickeln können, die in einigen Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft entscheidend wichtig werden.

Die Wirkung der angewandten Forschung geht weit über den direkten Nutzen für die Auftraggeber hinaus: Fraunhofer-Institute stärken die Leistungsfähigkeit der Unternehmen, verbessern die Akzeptanz moderner Technik in der Gesellschaft und sorgen für die Aus- und Weiterbildung des dringend benötigten wissenschaftlich-technischen Nachwuchses.

Hochmotivierte Mitarbeitende auf dem Stand der aktuellen Spitzenforschung stellen für uns als Wissenschaftsorganisation den wichtigsten Erfolgsfaktor dar. Fraunhofer bietet daher die Möglichkeit zum selbstständigen, gestaltenden und zugleich zielorientierten Arbeiten und somit zur fachlichen und persönlichen Entwicklung, die zu anspruchsvollen Positionen in den Instituten, an Hochschulen, in Wirtschaft und Gesellschaft befähigt. Studierenden eröffnen sich aufgrund der praxisnahen Ausbildung und des frühzeitigen Kontakts mit Auftraggebern hervorragende Einstiegs- und Entwicklungschancen in Unternehmen.

Namensgeber der als gemeinnützig anerkannten Fraunhofer-Gesellschaft ist der Münchner Gelehrte Joseph von Fraunhofer (1787–1826). Er war als Forscher, Erfinder und Unternehmer gleichermaßen erfolgreich.

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

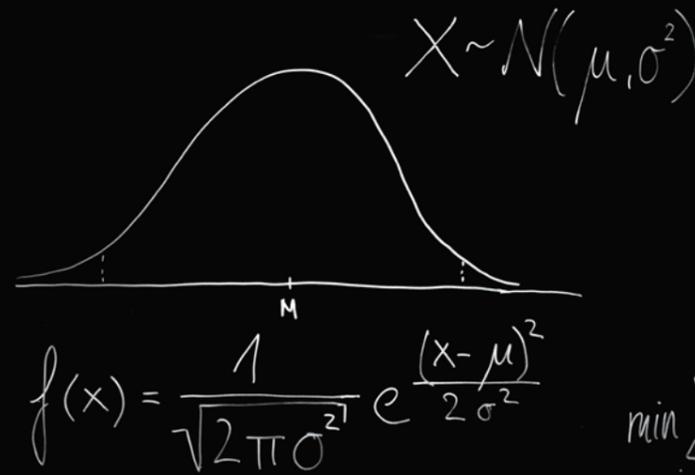
Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt in Deutschland derzeit 76 Institute und Forschungseinrichtungen.

Stand: Januar 2022



Die KI funktioniert anwendungsagnostisch, ob für Tee, Autositze oder den Verkehr.«

Dr. Christian Menden  
Abteilungsleiter Analytics



$$\sum_{k=0}^{\infty} q^k = \frac{1}{1-q}$$

$$\begin{aligned} & \min \sum_{i \in I, h \in H} AK_{i,h} \\ & \text{s.t. } AN_i - \sum_{h \in H} AK_{i,h} * AG_i = 0 \\ & \sum_{i \in I} AK_{i,h} \leq \text{Anzahl Lagerarbeiter } \forall h \in H \\ & AK_{i,h} \geq 0 \forall i \in I, h \in H \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 0 + 1 + 2 + \dots + n &= \sum_{k=0}^n k = \\ &= \frac{n(n+1)}{2} \end{aligned}$$

$$P(A|B) = \frac{P(B|A) \cdot P(A)}{P(B)}$$

Daten

# KI revolutioniert die Supply Chain

Daten in Lieferketten machen wir mit Methoden der Künstlichen Intelligenz (KI) nutzbar, um die Wertschöpfung zu erhöhen. In der Abteilung Analytics unserer Arbeitsgruppe für Supply Chain Services entwickeln wir anwendungsnahe Algorithmen, die auch (teil)automatisch Entscheidungsszenarien vorschlagen und Prognosen mit einer soliden Optimierung verknüpfen.

## Auf einen Blick

- 1 | Wir optimieren Lieferketten anwendungsnahe mit KI-Algorithmen und nutzen Daten auf neue Weise.
- 2 | Mit den passenden Analytics-Methoden können wir Prozesse nicht nur analysieren, sondern auch prognostizieren und optimieren.
- 3 | Mit AutoML werden in Echtzeit automatisch die besten KI-Modelle ausgewählt.



Egal ob Tee, Lebkuchen, Autositze oder U-Bahn-Linien: Eine KI kann in allen Anwendungen in der Supply Chain einen Mehrwert liefern. »Sie funktioniert anwendungsagnostisch«, sagt Dr. Christian Menden, Abteilungsleiter Analytics, »d.h., Methoden, die für eine Anwendung entwickelt wurden, können relativ einfach auf neue übertragen werden, da die Algorithmen sich nur auf die Strukturen innerhalb der Daten fokussieren. So können KI-Verfahren wie aus der Genetik oder Bioinformatik mit nur kleineren Anpassungen für industrielle Anwendungen eingesetzt werden. Wir arbeiten mit Algorithmen, die wir so entwickeln, dass sie für den jeweiligen Anwendungsfall passen und auch automatisch Entscheidungen treffen können. So können wir überall entlang der gesamten Supply Chain mit KI die Wertschöpfung erhöhen.«

### VAG: Echtzeitfähige Algorithmen als Fahrerassistenzsystem steuern U-Bahnen

Ein Beispiel ist die Fahrer- und Bahnsteuerung der U-Bahn in Nürnberg. Hier fahren an einigen Tagen zwei U-Bahn-Linien nicht nur automatisch, sondern können auch optimiert auf energiesparende Weise fahren. Wenn also die U-Bahn in den Bahnhof rauscht und leicht surrend am Bahnsteig hält, merkt kaum ein Fahrgast, dass sie vielleicht drei Sekunden früher gebremst hat als sonst. Diese winzige Zeitspanne kann dem Betreiber hohe Stromkosten sparen. Das Fahrerassistenzsystem entwickelt einen optimalen Fahrplan, sucht energieeffiziente Geschwindigkeitsprofile, nutzt Ausrollphasen und vermeidet zu viele gleichzeitige Abfahrten, die hohe und teure Lastspitzen erzeugen. Entwickelt wurde dies im ADA Lovelace Center for Analytics, Data and Applications. Hier forscht das Fraunhofer IIS unter Projektleitung der Arbeitsgruppe für Supply Chain Services zusammen mit der FAU Erlangen-Nürnberg, der LMU München sowie dem Fraunhofer IKS und dem Fraunhofer IISB u. a. an mathematischen Grundlagen der Künstlichen Intelligenz, um leistungsfähige Verfahren neu zu entwickeln und in Industriekooperationen zur Praxisreife zu bringen.



### Schnellecke: Komplexe und dynamische Lagerhaltung

Eine Art optimalen Fahrplan, allerdings innerhalb eines Lagers, braucht die Schnellecke Group. Der Dienstleister am Standort Leipzig kommissioniert und liefert termingerecht direkt ans Band der Automobilindustrie. Täglich liefern Dutzende bis Hunderte Lkws Waren in Boxen an, die im Lager verstaut werden müssen. »Schnellecke ist regelmäßig auf große Herausforderungen in der Einlagerung von Waren gestoßen. Kleinere Stopps störten den Betriebsablauf. Wo lagere ich die Boxen optimal ein? Vielleicht die eiligen nicht ins letzte Eck? Und Fensterheber und Glasscheiben sollen am besten zusammen lagern«, beschreibt Menden die Aufgabe. Unser Algorithmus nutzt nicht nur den Platz optimal, er berücksichtigt auch Arbeitssicherheit und kurze Lauf- und Fahrwege. Als Lösung haben wir ein gemischt-ganzzahliges Optimierungsmodell entwickelt, das mit exakten Optimierungsalgorithmen sukzessive in immer kleinere Teilprobleme zerlegt wird und dann mit einfacheren Verfahren gelöst werden kann.

### Magna Seating: Autositze – wenige Daten für die Fehlersuche

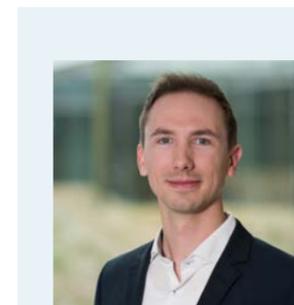
Eine andere Erfolgsgeschichte einer KI findet sich bei dem Automobilzulieferer Magna Seating. Das Unternehmen stellt Autositze her. Ab und an hat ein Sitz kleine Fehler, die nachgebessert werden müssen. Die Kontrollen sind aufwendig, und die fehlerhaften Teile gefährden die Termintreue. Durch die Auswahl und Anwendung geeigneter statistischer Verfahren haben wir unseren Kunden dazu befähigt, Regelmäßigkeiten bei Fehlerfällen zu erkennen und entsprechende Gegenmaßnahmen zu ergreifen. Diese Fehler sind zum Glück selten, stellen aber dafür in der Analyse eine Herausforderung dar. Das Team von Menden setzt zur Analyse klassische statistische Verfahren ein. Mit ihnen finden sie genau die Vorkommnisse, die in Korrelation mit dem Fehler stehen, sodass hierdurch eine höhere Produktqualität mit weniger Nacharbeit erreicht werden kann. Auch die optimale Reihenfolge, wie die Sitze zum Abtransport in den Lkw geladen werden, kann mittels KI bestimmt werden.



Algorithmen können im Lager z. B. für eine optimierte dynamische Lagerhaltung oder auch für die KI-basierte Bestandsplanung eingesetzt werden.

### Tee-Herstellung: Mischen von Rohstoffen mit schwankenden Qualitäten

Bei der Martin Bauer Group sind es keine Produktionsfehler, die es zu vermeiden gilt, sondern aus Rohstoffen mit schwankenden Eigenschaften sollen Produkte mit gleichbleibender Qualität hergestellt werden. Die Gruppe produziert Kräuter- und Früchteteemischungen für Supermärkte und Apotheken. Da die Inhaltsstoffe der pflanzlichen Rohstoffe variieren, gestaltete sich die Lager- und Produktionsplanung der Martin Bauer Group sehr zeitaufwendig. Gelöst haben wir dieses Pooling-Problem der Teemischungen mit einer Optimierungssoftware, die Lagerbestände, Lagerdauer, Laboranalytik, Zwischen- und Endprodukte sowie die jeweiligen unterschiedlichen Qualitätsanforderungen der Kunden berücksichtigt. Die Disponenten können jetzt mit der Lösung, die von Forschenden unserer Arbeitsgruppe und der FAU Erlangen-Nürnberg gemeinsam entwickelt wurde, schnell verschiedene Szenarien durchspielen, die sonst zu viele Kombinationen haben, um vom Menschen allein gelöst zu werden. Nicht nur bei Tee tritt diese Art Problem auf, sondern in vielen anderen Bereichen der Lebensmittelindustrie sowie der industriellen Fertigung.



#### Kontakt

**Dr. Christian Menden**  
Arbeitsgruppe für Supply Chain Services

Telefon +49 911 58061-9540  
christian.menden@iis.fraunhofer.de

### OBER: Optimale Bestandsplanung quantifiziert Unsicherheiten von Prognosen

Out-of-Stock heißt es in letzter Zeit öfter. Holz, Badarmaturen, Gemüsedosen oder Toilettenpapier sind gerade dann nicht auf Lager, wenn Kunden kaufen wollen. Andererseits blockieren nicht abgefragte Waren wertvolle Flächen. Bislang werden meist sehr simple Prognosen basierend auf dem Durchschnitt des bisherigen Absatzes genutzt, die aber mit Unsicherheiten behaftet sind. Wir verknüpfen im Forschungsprojekt OBER speziell für den Bereich Großhandel Prognosen mit mathematischer Optimierung, die auch Restriktionen wie den besten Preis, Lagerflächen oder finanzielle Mittel berücksichtigt. Die von uns entwickelte KI quantifiziert zudem die Unsicherheit der Vorhersage. Sie ermittelt für Disponenten die bestmögliche Handlungsstrategie auch für Waren, die erst in einigen Monaten bestellt werden.

### AutoML – automatische Auswahl des immer besten Modells

Das am besten passende mathematische Verfahren für die jeweilige Anwendung zu finden ist zeitaufwendig. Hier greifen wir auf AutoML (automatisiertes Maschinelles Lernen) zurück. Wir verwenden ein Dachmodell, das die verschiedenen Algorithmen automatisch analysiert und eigenständig das geeignetste Modell auswählt. Mit Online-AutoML ist zudem eine laufende Überprüfung möglich, ob das gerade verwendete Modell weiterhin das beste ist. Denn wenn die Produktion plötzlich das Rezept für Lebkuchen ändert oder ein anderes Automodell gefertigt wird, kann ein anderer Machine-Learning-Algorithmus besser sein. AutoML kann also in vielen Bereichen vielfältig eingesetzt werden. Denn die Abstraktion auf mathematischer Ebene gelingt für viele Anwendungen.

 [www.scs.fraunhofer.de/supplychainanalytics](http://www.scs.fraunhofer.de/supplychainanalytics)  
[www.scs.fraunhofer.de/wp-sca](http://www.scs.fraunhofer.de/wp-sca)

links:  
Mittels mathematischer Optimierung fahren U-Bahnen der VAG Nürnberg auf energiesparende Weise.

rechts:  
Mittels KI kann z. B. bei der Fertigung von Autositzen eine höhere Produktqualität mit weniger Nacharbeit erreicht werden.



*Experimentieren als Chance:  
Das Forschungsprojekt unter-  
stützt die Entwicklung von  
Geschäftsmodell-Innovatio-  
nen für einen zukunftssiche-  
ren Einzelhandel.*

## Geschäftsmodell-Innovation im Einzelhandel

### Inspiration und Experimentier-Räume für einen zukunftssicheren Einzelhandel

Die Konkurrenz durch den Online-Handel, sich verändernde Innenstädte und ein neues Einkaufsverhalten der Kundschaft: Der stationäre Einzelhandel ist stark von den Auswirkungen der Digitalisierung betroffen. Die COVID-19-Pandemie hat den Druck auf die Branche noch erhöht.

Wie kann der stationäre und mittelständische Einzelhandel darauf adäquat reagieren? Woher sollen die Ideen kommen, die das eigene Geschäftsmodell nachhaltig weiterentwickeln? Da jedes Einzelhandelskonzept mit seinen spezifischen Waren- und Kundengruppen individuell zu bewerten ist, helfen Standardlösungen nur bedingt weiter. Der Einzelhandel muss aktiv mit seinem Geschäftsmodell und Wertversprechen experimentieren. Dafür wiederum braucht es Inspiration und handfeste Unterstützung.

Hier setzt das durch die Günther Rid Stiftung für den bayerischen Einzelhandel geförderte Projekt »Experimentieren im Einzelhandel« an. Darin haben wir durch systematisches Screening von Wettbewerben, Fachzeitschriften und Newslettern und ergänzt durch Interviews eine Datenbank aufgebaut, die innovative, zukunftsweisende Konzepte im Einzelhandel beschreibt und bezüglich der Geschäftsmodell-Veränderungen und der Marktreife auswertet. Entstanden ist eine Inspirationsquelle

zu aktuellen Trends (u. a. 24/7-Öffnungszeiten, Self-Checkout, Erlebnis-Orientierung). Als besonders innovativ und erfolgversprechend wurden solche Konzepte bewertet, die mehrere Trends zu stimmigen Gesamtkonzepten kombinieren. Diese Kombination muss aber in der Praxis durch die Einzelhändlerinnen und Einzelhändler selbst erfolgen, damit die Konzepte zum bisherigen Wertversprechen für die Kundinnen und Kunden passen.

Wir haben deshalb zusätzlich gemeinsam mit Innenstadt-Akteurinnen und -Akteuren aus Einzelhandel, Politik und Forschung ein Konzept für eine Innovations-Infrastruktur erarbeitet: Dieses beinhaltet z. B. die Bereitstellung von Flächen zum Experimentieren mit neuen Ideen, die Begleitung bei einer schnellen und pragmatischen Umsetzung sowie die Auswahl geeigneter Technologien und Trendscouting. Michaela Pichlbauer, Vorständin der Rid Stiftung, äußert sich sehr zufrieden: »Wir sind begeistert von dem lösungsorientierten Zusammenwirken zwischen Einzelhandel und Fraunhofer. Durch diese Art des gemeinsamen Experimentierens wird aus der Digitalisierung ein wirklich hilfreiches Instrument zur Lösung realer Probleme im Handel.«

[www.scs.fraunhofer.de/  
experimentieren-einzelhandel](http://www.scs.fraunhofer.de/experimentieren-einzelhandel)

## Data Efficient Automated Learning

### Maschinelles Lernen (ML) für mehr Effizienz in der industriellen Qualitätssicherung

Im industriellen Kontext wird ML immer wichtiger – insbesondere in der Qualitätssicherung. Diese ist für Unternehmen oft mit viel Aufwand verbunden, vor allem wenn strenge Fehlertoleranzvorgaben, die im Bereich kleiner 0,1 Prozent liegen können, eingehalten werden müssen. In solchen Fällen generiert jede Falschprognose des Analysesystems hohen zeitlichen und personellen Zusatzaufwand.

Passende ML-Methoden könnten diesen Aufwand signifikant reduzieren. Gerade im Industrie- und Produktionsumfeld sind aber ML-basierte Prozessoptimierungen oder Entscheidungsunterstützungen zurzeit nur schwer einsetzbar. Denn die meist schon gut eingelaufenen Prozesse produzieren mit ihrer bereits geringen Fehlerquote eher einseitiges und zu wenig Datenmaterial.

Deshalb forscht die Arbeitsgruppe für Supply Chain Services in ihrer Gruppe »Data Efficient Automated Learning – DEAL« an den Einsatzmöglichkeiten von Maschinellem Lernen in Industrie und Produktion. Methoden des Deep Learnings, mit denen trotz unausgeglichener Datensätze qualitativ hochwertige Modelle trainiert werden können, werden weiterentwickelt.

Dass dieser Ansatz funktioniert, wurde in einer Machbarkeitsstudie zur Qualitätssicherung für einen Kunden aus der Automotive-Branche bestätigt. Das vor Ort verwendete Prüfsystem von Schweißpunkten, das seine Analysen über klassische Bildverarbeitungsmethoden durchführt, identifizierte weitaus mehr Fehler als tatsächlich vorlagen. Die Gruppe DEAL nutzte klassische Deep-Learning-Herangehensweisen zur Entscheidungsverbesserung. Für die Entwicklung des Algorithmus spielte die passende Evaluationsstrategie eine wesentliche Rolle. Damit konnten die geforderten Leistungskennzahlen für die Performanz in Qualität und Berechnungszeit erreicht werden.

[www.scs.fraunhofer.de/ml-qualitaessicherung-automotive](http://www.scs.fraunhofer.de/ml-qualitaessicherung-automotive)

*Maschinelles Lernen in der industriellen Qualitätssicherung: Der Einsatz passender ML-Methoden trägt zu einer höheren Effizienz bei.*

## Forschungsprojekt »Pick-by-Tag« unterstützt Kommissionierprozesse

### Mehr Flexibilität und weniger Kosten in der visuellen Kommissionierunterstützung

Pick-by-Light ist ein weitverbreitetes System in der Kommissionierung. Durch die visuelle Anzeige von Entnahmefach und -menge kann schneller bei geringer Fehlerrate kommissioniert werden. Schwachpunkte sind aber die hohen Kosten und die niedrige Flexibilität aufgrund der oft leitungsgebundenen Montage solcher Systeme. Im Forschungsprojekt »Pick-by-Tag« haben die Bereiche Arbeitsgruppe für Supply Chain Services sowie Lokalisierung und Vernetzung gemeinsam mit dem Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss Logistik der TU München ein komplett eigenständiges System mit drahtlos sendenden Lesegeräten und Fachanzeigen auf Basis passiver RFID-Tags entwickelt. Die Fachanzeigen benötigen dabei keine eigene Stromzufuhr. Damit sollen die Behälter jederzeit flexibel umorganisiert werden können – bei geringen Kosten und bestmöglicher Reichweite des Systems. Wie sich im Projekt zeigte, können die passiven RFID-Tags über kurze Distanzen geladen werden; die verlässliche Reichweite liegt bei ca. 3,5 Metern. Daher eignen sich die RFID-Tags gut für den Einsatz in der Montagekommissionierung.

Auf Softwareseite wurde im Projekt eine Softwarekomponente zur Initialisierung, Konfiguration und Überwachung von Kommissionierprozessen optimiert. So haben wir z. B. neben dem Web-Frontend eine zusätzliche Android-App sowie mehrere Schnittstellen zu RFID- und ERP-Systemen entwickelt. Mit der Software können außerdem auch Tag-Ware-Beziehungen per QR-Scan hergestellt und übergeordnete Regalknoten mit angesteuert werden, was eine verbesserte Lokalisierung in großen Lagern ermöglicht. Mit diesen Neuerungen bietet sich die Softwarekomponente nun als eine vielseitig einsetzbare Schnittstelle zwischen kommerziellen Lager- und Kommissionier-Verwaltungssystemen an.

[www.scs.fraunhofer.de/pick-by-tag](http://www.scs.fraunhofer.de/pick-by-tag)



## KI für einen energie-sparsamen Mobilfunk

### 2. Preis im BMBF-Innovationswettbewerb Elektronik für energiesparende Informations- und Kommunikationstechnik

Im Verbundprojekt »EdgeLimit« arbeiten unsere Expertinnen und Experten zusammen mit dem Fraunhofer IAF und der Universität Freiburg an der Evaluierung und Optimierung von Leistungselektronik im Zusammenhang mit modernen Edge-Cloud-Systemen. In vernetzten IoT-Systemen werden Daten nicht nur in einer zentralen Cloud-Struktur, sondern immer häufiger am sogenannten Rand des Netzwerks, der Edge, bzw. so nah wie möglich an der Anwendung verarbeitet und analysiert. Dadurch wird der aufwendige Datentransfer zwischen Cloud und Edge minimiert.

Mit einem kompletten Antennensystem, das aus mehreren Sende- und Empfangseinheiten (MIMOs) besteht, realisieren die Fraunhofer-Wissenschaftlerinnen und -Wissenschaftler Technologien für sogenannte Remote Radio Heads (RRH), die eine energieeffiziente Sensordatenübertragung im Millimeterwellenbereich von 5G möglich machen. Am Fraunhofer IIS untersuchen wir im Rahmen unserer Arbeiten zu Green ICT den Energieverbrauch solcher massiver MIMO-Antennen in unserem 5G-Bavaria-Testbed »Industrie 4.0« in Nürnberg. Unser Expertenteam entwickelt und testet auch KI-Lösungen für Edge Computing und kann so bereits während des Entwurfsprozesses von Vernetzungslösungen den Energieverbrauch auf ein Minimum reduzieren.

Ein intelligentes und adaptives Management im Mobilfunksystem sorgt dabei für bedarfsgerechten Energieeinsatz. Wichtig bei allen Entwicklungen und Betrachtungen ist der hohe Stellenwert, den wir der Energieeffizienz einräumen, ohne in der jeweiligen Anwendung bei der Leistungsfähigkeit der Systeme Einschränkungen hinzunehmen.

Zusammen mit den Industriepartnern startet nun ein dreijähriges Forschungsprojekt, um die Erkenntnisse noch weiter zu vertiefen und für neue Lösungen nutzbar zu machen.

[www.iis.fraunhofer.de/edgelimit](http://www.iis.fraunhofer.de/edgelimit)  
[www.iis.fraunhofer.de/green-ict](http://www.iis.fraunhofer.de/green-ict)

## Mit 5G die Rettungskette optimieren

### Projekt »5G: Stadt – Land – Leben« entwickelt Funktechnologien, um Rettungseinsätze effektiver zu koordinieren

Um die Rettungskette weiter zu verbessern, werden die Möglichkeiten der 5G-Mobilfunktechnologie getestet. Im Projekt entwickeln und erproben wir zusammen mit Partnern Lokalisierungs- und Vernetzungstechnologien für drei Anwendungsfelder: Notruf, Erste Hilfe und Einsatzkräfte. Mit den Technologien sollen die Einsatzkräfte vor Ort schnell, sicher und effektiv unterstützt und Betroffene informiert werden. Unsere Expertinnen und Experten nutzen z. B. hybride Verfahren wie satellitengestützte Lokalisierung zusammen mit 5G, um automatisierte Versorgungsdrohnen präzise mit Erste-Hilfe-Material an den Einsatzort zu navigieren.

Für die Sicherheit der Einsatzkräfte werden mit körpernaher Sensorik, einem sogenannten Wireless Body Area Network, physiologische Parameter erfasst. In die Kleidung integrierte Sensoren oder mitgeführte Endgeräte nutzen 5G-Signale bzw. Ultra Wide Band (UWB), um die Abstände der Einsatzkräfte zueinander permanent zu überwachen und über Inertialsensorik die Bewegungsänderungen zu bestimmen. Kombiniert mit telemetrischen Daten über die Position der Einsatzkräfte im Innen- wie Außenbereich können sie sehr schnell durch gezielte Anweisung aus einer gesundheits- oder lebensbedrohlichen Situation geleitet werden. Mit der Fusion aller Daten entsteht ein schneller und präziser Lageüberblick.

[www.iis.fraunhofer.de/rettung](http://www.iis.fraunhofer.de/rettung)  
[www.iis.fraunhofer.de/medizinische-sensorik](http://www.iis.fraunhofer.de/medizinische-sensorik)

## Induktiv orten und Material erkennen

### IndLoc® ortet Objekte in definierten Volumina, zeigt Füllstände an und identifiziert Materialien

Die IndLoc®-Technologie kommt immer dort zum Einsatz, wo Objekte in definierten Volumina mit hoher Genauigkeit und in Echtzeit geortet oder identifiziert werden sollen. Dies funktioniert über passive Spulen. Bei leitfähigen Objekten entfällt die Spule bzw. zusätzliche Marker. In der Produktion und Logistik können über dieses Verfahren der induktiven Nahfeldortung auch Art, Größe und Form des Materials und des Objekts bestimmt werden.

Bei der induktiven Nahfeldortung wird ein schwaches Magnetfeld um einen definierten Bereich variabler Größe erzeugt. Das zu erkennende Objekt oder Material muss selbst leitfähige Elemente oder eine Spule enthalten, die dann ein sekundäres Magnetfeld erzeugen. Sensorantennen erfassen die Veränderungen in diesen Magnetfeldern. Danach werden die Daten an ein Analysesystem weitergeleitet und interpretiert.

Mit der IndLoc®-Technologie können somit ohne Sichtkontakt Objekte geortet und verschiedene metallische Objekte wie z. B. Schrauben präzise unterschieden werden. In der Kommissionierung werden so kurzfristige Veränderungen des Füllstands angezeigt oder elektronische Komponenten in der geschlossenen Verpackung differenziert.

Die Integration eines maschinellen Lernmodells erzeugt zusätzlich individuelle magnetische »Fingerabdrücke« der Objekte, die die Erkennungsleistung weiter präzisieren und optimieren helfen.

[www.iis.fraunhofer.de/indloc](http://www.iis.fraunhofer.de/indloc)  
[www.iis.fraunhofer.de/materialerkennung](http://www.iis.fraunhofer.de/materialerkennung)

[youtu.be/BBdOAG3a6oI](https://youtu.be/BBdOAG3a6oI)

## Maschinelles Lernen für Handwerkzeuge

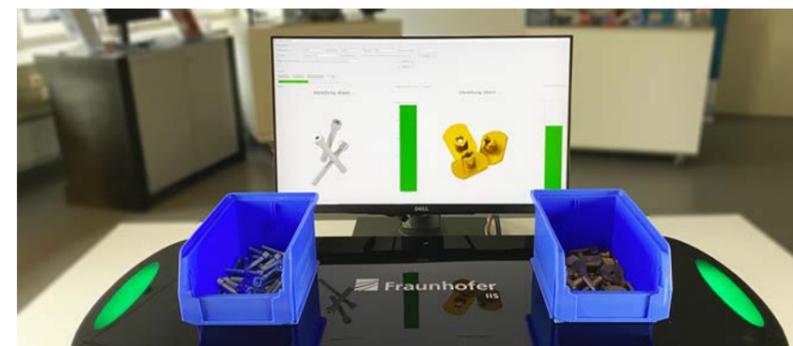
### Mittels TinyML Arbeitsprozesse optimieren und die Qualität sichern

Auch in der Industrie 4.0 finden manuelle Prozesse in der Produktionskette statt. Um diese Prozesse einzubinden, haben Expertinnen und Experten aus den Themenbereichen Lokalisierung, Vernetzung und Maschinelles Lernen (ML) ein eingebettetes intelligentes Sensormodul für Handwerkzeuge entwickelt, das sich in bestehende Produktions-IT-Infrastrukturen einbinden lässt. Diese Nutzung von ML zur Optimierung und Ausführung von KI-basierten Verarbeitungsketten auf eingebetteten Systemen nennt man Tiny Machine Learning (TinyML).

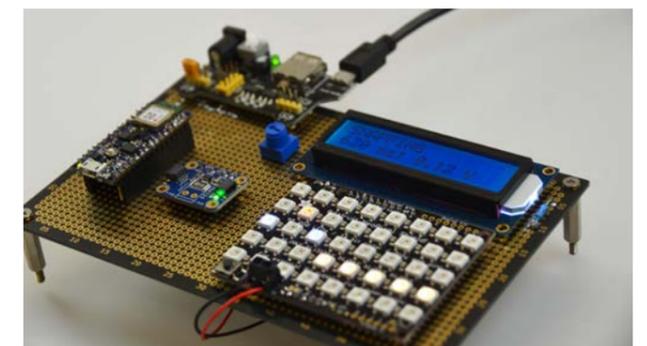
Das kompakte Sensormodul nutzt Beschleunigungs-, Drehraten- und Magnetfeldsensoren und kann auf Handwerkzeugen angebracht werden. Die erfassten Sensordaten bilden die Basis für eine KI-Pipeline, die alle Arbeitsschritte des Handwerkszeugs detektiert und identifiziert. So werden die relevanten Aktionen wie z. B. das Festziehen oder Lösen einer Schraube detektiert oder die Lage bzw. der Zustand des jeweiligen Werkzeugs zum Zeitpunkt der Aktion lokalisiert. Eine App informiert über den Arbeitsfortschritt oder eine Abweichung vom Sollprozess. Der Trainingsprozess und die Evaluierung neuer Modelle läuft völlig automatisiert (AutoML) und erfordert kein Expertenwissen. Aktivitäten zur Technologievermarktung und -einführung erfolgen mit unserem Partner Leistungszentrum Elektroniksysteme (LZE).

[www.iis.fraunhofer.de/tinyml](http://www.iis.fraunhofer.de/tinyml)

[youtu.be/81D4sHC4uWE?t=7](https://youtu.be/81D4sHC4uWE?t=7)



IndLoc® erkennt mittels induktiver Nahfeldortung Füllstand und enthaltenes Material.





Das mobile Campusnetz bringt 5G überallhin.

# 5G einfach mal ausprobieren

Mit einem eigenen Campusnetz erhalten Betriebe ein maßgeschneidertes 5G-Netz mit garantierter Bandbreite, geringer Latenz und hoher Zuverlässigkeit. Ob sich der Aufbau und Betrieb eines eigenen 5G-Campusnetzes lohnt, können Unternehmen vorab ganz einfach und kostengünstig mit unserem mobilen Campusnetz in Erfahrung bringen.

Während sich die Tür des Krankenwagens schließt, öffnet sich bereits ein unsichtbares Datentor zur Klinik. Der Gesundheitszustand der transportierten Person kann mit einer ersten Notfalldiagnose sofort auf der Fahrt per Videokonferenz ins Krankenhaus übertragen werden. Das behandelnde Team in der Notfallambulanz erhält auf diese Weise vor dem Eintreffen der Person eine medizinische Ersteinschätzung und gewinnt wertvolle Minuten für die gezielte Vorbereitung akuter Notfallmaßnahmen.

Um die Datenübertragung aus einem Krankenwagen heraus zu erproben, haben wir im Rahmen des Projekts »Health5G« ein temporäres, mobiles Campusnetz in Berlin installiert. Dieses Anwendungsszenario ließe sich im späteren Realbetrieb mit einem Network Slice im öffentlichen 5G-Netz umsetzen, also einer »Scheibe« des Mobilfunknetzes, in der die Daten nicht mit denen der anderen Mobilfunknutzer kollidieren. Ähnlich wie beim Blaulicht im Straßenverkehr würden die gesendeten Daten aus dem Rettungswagen auch Vorrang im Datenverkehr erhalten.

## Auf einen Blick

- 1 | Ein 5G-Campusnetz sorgt für garantiert verfügbare Bandbreite, schnelle Verbindungen und hohe Zuverlässigkeit.
- 2 | Als mobile Lösung mit kompaktem Netzequipment kann unser Campusnetz schnell für 5G-Tests aufgebaut werden.
- 3 | Mit dem mobilen Campusnetz lässt sich vorab testen, ob sich ein fest installiertes Campusnetz für den geplanten Einsatz eignet.

Ausprobieren lässt sich dieser priorisierte Datenaustausch zwischen Rettungsdiensten und Krankenhäusern derzeit aber nur über den Einsatz eines mobilen Campusnetzes.

### Maßgeschneiderte 5G-Campusnetze mit garantiert verfügbarer Bandbreite

Ein Campusnetz ist ein lokales 5G-Netz, das Unternehmen und andere Organisationen unabhängig von der öffentlichen Mobilfunkinfrastruktur zur eigenen Nutzung betreiben können. In Deutschland stellt die Bundesnetzagentur dafür den lizenzierten Frequenzbereich von 3,7 bis 3,8 Gigahertz zur Verfügung. Somit stehen lokal, z. B. am Firmenstandort, jederzeit garantiert bis zu 100 Megahertz Bandbreite für 5G-Anwendungen bereit.

Die Leistungsfähigkeit eines privaten 5G-Campusnetzes kann dabei genau auf bestimmte Anforderungen der geplanten Anwendungen zugeschnitten werden. Meistens geht es dabei um mehr Datendurchsatz, weniger Latenz und äußerste Zuverlässigkeit in der Übertragung. Wer die Vorteile eines Campusnetzes erst einmal testen möchte, bevor er in eine eigene 5G-Infrastruktur investiert, bekommt mit dem mobilen Campusnetz die Chance dazu. Es ist praktisch eine transportable Testumgebung für 5G, die nahezu überall ein kleines 5G-Netz für Testzwecke entstehen lässt.

### 5G-Anwendungen direkt am Ort des Geschehens testen

Das mobile Campusnetz besteht aus einer Antenne, einer Funkeinheit (Radio Head) sowie einem lokalen Rechner, der die Funktion der 5G-Basisstation und des 5G-Kernnetzes erfüllt. Das Equipment ist damit kompakt und kann auf wenigen Quadratmetern einfach und schnell aufgebaut werden. Es spannt eine 5G-Zelle mit einer Reichweite von bis zu einigen Hundert Metern auf und ist sowohl in Gebäuden als auch im Freien einsetzbar.

Inzwischen gibt es bereits feste Testeinrichtungen für 5G, die für umfangreiche Leistungstests genutzt werden können. Besonders in Fabrikhallen, auf Firmengeländen und Baustellen, an Veranstaltungsorten und in der Landwirtschaft kommt es oftmals darauf an, 5G konkret dort zu testen, wo es später zum Einsatz kommen soll. So wird der Nutzen von 5G direkt in der Anwendung sichtbar. Ein gutes Beispiel ist das Projekt For5G, an dem wir beteiligt sind: Dort wird 5G im Kirschenanbau genutzt, um von einer Drohne aufgenommene Bilder der Kirschbäume zu übertragen. Durch die übermittelten Bilddaten werden Digitale Zwillinge der Bäume geschaffen, die dabei helfen, deren Gesundheitszustand zu überwachen und Ertragsprognosen zu entwickeln. Unser mobiles Campusnetz sorgt in diesem Projekt für die nötige – aber vor Ort derzeit nicht vorhandene – 5G-Abdeckung, die es erst möglich macht, die Bilddaten von der Drohne ins Netz zu übertragen.

### Volle Netzlast voraus

Das mobile Campusnetz eröffnet detaillierte Einblicke in die Leistungsfähigkeit der drahtlosen Übertragung. Mit einem 5G-Lastgenerator wird zusätzlicher Datenverkehr im Netz erzeugt. Er erhöht sozusagen virtuell die Zahl an Endgeräten, die parallel im Campusnetz funken. Dadurch kann der Einfluss der Netzauslastung auf die Performance geplanter Anwendungen untersucht werden. So ist von Anfang an klar, ob eine Anwendung auch in einem voll ausgelasteten Netz problemfrei funktionieren wird und ob sich ein fest installiertes Campusnetz lohnt.

Für weitere Detailanalysen können wir ergänzende Untersuchungen in unserem 5G-Bavaria-Testbed »Industrie 4.0« durchführen. Es ermöglicht umfangreichere Tests mit mehr Konfigurationsmöglichkeiten in einem voll leistungsfähigen Campusnetz mit vorhandener Industrierausstattung.

### Die Testphase ist erst der Anfang

Nach intensivem Testen gilt es, die erzielten Ergebnisse heranzuziehen und sie beispielsweise beim Aufbau eines unternehmens-eigenen Campusnetzes zu berücksichtigen. Denn mit 5G entstehen in allen Branchen neue Möglichkeiten, Produkte, Systeme und Abläufe innovationsstark weiterzuentwickeln. Dabei geht unser Engagement weit über das Testen neuer 5G-Technologien hinaus: Gestützt durch unser Know-how aus der Entwicklung drahtloser Kommunikationssysteme und der laufenden 5G-Standardisierung erstellen wir Konzepte, die für jeden Anwendungsfall die geeignetsten technologischen Umsetzungsmöglichkeiten beleuchten. Wenn es an die konkrete Umsetzung geht, begleiten wir 5G-Projekte weiter, beraten bei der Wahl passender Technologien und Ausstattung oder unterstützen durch technische Koordination. Unser Ziel ist es, 5G in die Anwendung zu bringen und damit verbesserte Produkte, Services und Prozesse zu schaffen, die die Wettbewerbsfähigkeit unserer Kunden sichern.

 [www.iis.fraunhofer.de/campusnetz](http://www.iis.fraunhofer.de/campusnetz)

#### Health5G

Health5G ist ein Projekt im Rahmen der europäischen Forschungsinitiative CELTIC-NEXT.

#### For5G

For5G ist ein gefördertes Umsetzungsprojekt aus dem 5G-Innovationswettbewerb des Bundesministeriums für Digitales und Verkehr.



Unser mobiles Campusnetz ist praktisch eine transportable Testumgebung für 5G.«

**Bernhard Niemann**  
Abteilungsleiter Breitband  
und Rundfunk



#### Kontakt

**Claudia Wutz**  
Bereich Kommunikationssysteme

Telefon +49 9131 776-4071  
[claudia.wutz@iis.fraunhofer.de](mailto:claudia.wutz@iis.fraunhofer.de)

## mioty® goes satellite

**Massive Vernetzung von IoT-Sendern über Satellit ist mit mioty® unkompliziert möglich**

Die Vernetzungstechnologie mioty® ermöglicht das gleichzeitige Senden von Datenpaketen einer Vielzahl von Sensorknoten. Dies kann über weite Strecken erfolgen und ist besonders energieeffizient. Für das Internet of Things (IoT) in einem terrestrischen Netz bedeutete das bisher eine Reichweite von bis zu 15 Kilometern.

2021 haben wir in Übertragungstests gezeigt: Die Datenübertragung mit mioty® klappt ohne Anpassung des Funkprotokolls auch per Satellit. Das ebnet den Weg für eine völlig neue Klasse von Anwendungen, in denen Sensoren von der Erde aus Daten direkt an einen Satelliten übertragen können. Insbesondere die Bereiche Logistik, Transport, Mobilität, Schifffahrt und Landwirtschaft werden stark davon profitieren, dass direkte IoT-Lösungen via Satellit auch an den entlegensten Orten der Welt Konnektivität bieten.

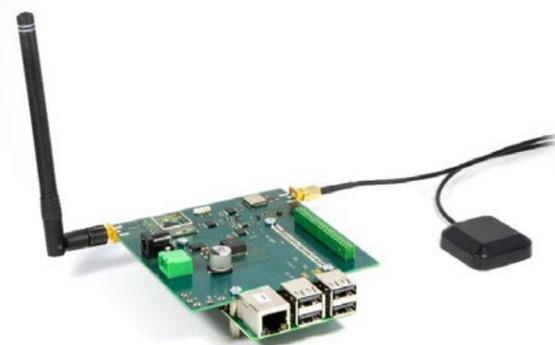
Im Test-Set-up funkten die Sender mit integriertem mioty®-Sensorknoten Datenpakete direkt an den Kommunikationssatelliten EchoStar XXI. Dabei nutzten die Sender das mioty®-spezifische Funkprotokoll »Telegram Splitting Ultra Narrow Band (TS-UNB)« ohne besondere Anpassungen für die Satellitenkommunikation. Bei diesem

mioty®-spezifischen Übertragungsverfahren werden Datenpakete, sogenannte Telegramme, in kleinere Sub-Pakete aufgeteilt und über Zeit und Frequenz verteilt gesendet. Das Verfahren ist besonders robust gegenüber Störfaktoren und lässt zu, dass eine riesige Anzahl an Sensorknoten bedient werden kann.

Um die Gesamtkapazität des Übertragungssystems voll auszutesten, wurde während der Tests die Anzahl der gesendeten Datenpakete virtuell massiv erhöht. Insgesamt zeigte sich, dass in einem IoT-System mit mioty® bei nur 200 Kilohertz belegter Bandbreite bis zu 3,5 Millionen Telegramme pro Tag erfolgreich via Satellit übertragen werden können. In der Praxis entspricht das z. B. einer Flotte von knapp 25000 Fahrzeugen, von denen jedes alle 10 Minuten seine Positionsdaten übermittelt.

Trotz der enormen Distanz zum Satelliten von etwa 38000 Kilometern konnten die User Terminals bei ähnlicher Sendeleistung wie in terrestrischen Netzen betrieben werden. Dadurch können einzelne Satelliten-IoT-Sender in der Anwendung energieeffizient und über Jahre hinweg autark Daten senden.

[www.iis.fraunhofer.de/satelliten-iot](http://www.iis.fraunhofer.de/satelliten-iot)



Energieeffizientes User Terminal mit integriertem mioty®-Sensorknoten.

Ein IoT-System mit mioty® ermöglicht eine Übertragung von bis zu **3,5 Mio** Telegrammen pro Tag per Satellit.

## 5G über GEO-Satellit getestet

**Satellitengestützte 5G-Dienste bergen das Potenzial, die weltweite Konnektivität zu verbessern**

Wenn 5G-Mobilfunk auch über Satellit genutzt werden kann, wachsen terrestrische und satellitenbasierte Kommunikation zusammen. Während terrestrische Mobilfunknetze durch die Unterstützung von Satelliten ihre Versorgungsgebiete vergrößern, bietet sich für die Satellitenindustrie die Chance, das Angebot an Services weit über die Versorgung mit Satellitenfernsehen und -internet hinaus auszuweiten.

Die Herausforderung: Funksignale, die über Satelliten übertragen werden, überwinden große Entfernungen. Bei einem Satelliten in geostationärer Umlaufbahn (GEO-Satellit) sind das von Deutschland aus gesehen etwa 38000 Kilometer auf einfacher Strecke. Das führt zu Verzögerungen in der Übertragung, weshalb für den Einsatz von 5G New Radio (NR) über Satellit eine erweiterte Funkschnittstelle nötig ist. Dafür werden in der 5G-Standardisierung aktuell die Grundlagen gelegt. Neu entwickelte Features sollen die Nutzung von 5G in nichtterrestrischen Netzen ermöglichen.

Wir haben gemeinsam mit dem Forschungszentrum SPACE der Universität der Bundeswehr München 2021 einige der geplanten

Erweiterungen für 5G via GEO-Satellit getestet. Besonders wichtig dabei ist ein passgenaues Verfahren für die Laufzeitkompensation, denn sowohl das Endgerät als auch die Basisstation befanden sich während der Übertragungstests am Boden. Trotz der langen Übertragungstrecke gelang die Synchronisation zwischen Endgerät und Basisstation damit reibungslos. Die gemessenen Umlaufzeiten des Signals von der Basisstation zum Endgerät und wieder zurück lagen zwischen 530 und 570 Millisekunden.

Die Komponenten, die in den Tests als Basisstation und 5G-Endgerät eingesetzt wurden, sind vollständig Software-definierte Lösungen. Sie basieren auf OpenAirInterface (OAI), einer Open-Source-Implementierung von 5G NR, die auf verschiedensten Hardware-Plattformen genutzt werden kann. Wir haben dabei ausgewählte Features der 5G-NR-Wellenform und Anpassungen für die Satellitenkommunikation zu OAI beigetragen.

In einem weiteren Feldtest Ende 2021 haben wir zusammen mit den Firmen Kymeta und Intelsat 5G-Satellitenübertragungen in den USA demonstriert.

[www.iis.fraunhofer.de/sat-5g](http://www.iis.fraunhofer.de/sat-5g)

Die für die Tests genutzte Satellitenbodenstation am Forschungszentrum SPACE der Universität der Bundeswehr München.



# Einmalig präzise schalten und messen



Gut möglich, dass Schalter in Zukunft nicht mehr »klick« machen. Einem unserer Teams ist es gelungen, preisgünstige 3D-Hightech-Magnetfeldsensor-Chips zu entwickeln, mit denen Schalt-, Dreh- oder Kippbewegungen künftig magnetisch und völlig berührungslos wahrgenommen werden. Verschleiß gehört damit der Vergangenheit an. Die neuen Sensor-Chips sind einmalig präzise, weil in ihnen mehrere Messelemente sitzen, die Störungen von außen eliminieren.

## Auf einen Blick

- 1 | Der 4-Pixel-Zellen-Chip ermöglicht erstmals eine sechsdimensionale Bewegungsmessung.
- 2 | Die Kombination der vier Pixel-Zellen macht die Positionsmessung robust gegenüber Störfaktoren.
- 3 | Der Chip eröffnet neue Anwendungsfelder sowohl im Massenmarkt als auch in der Hightech-Branche.

Der Drehregler an der Mikrowelle, der Joystick für den Computer oder der Knopf für das Auto-Navi – Schalter begegnen uns im Alltag in vielen Formen. So verschieden sie sind, so haben sie doch meist eines gemein: Sie arbeiten mechanisch. Beim Drehregler an der Mikrowelle etwa wird die gewünschte Watt-Zahl über einen elektronischen Schleifkontakt eingestellt. Solche mechanischen Regler und Schalter haben Nachteile. Durch die Bewegung verschleißt das Material mit der Zeit, sodass die Schalter ausfallen. Außerdem arbeiten handelsübliche Schalter meist nur in einer Richtung bzw. Dimension – sie lassen sich entweder nur drehen, hin und her bewegen oder zur Seite kippen. Für moderne Anwendungen aber wären preisgünstige und verschleißfreie Schalter wünschenswert, die Bewegungen in alle Raumrichtungen und auch Rotationen zulassen – etwa für den Knopf im Auto, mit dem der Bordcomputer bedient wird. Ganz ohne Verschleiß ließe sich dieser drehen, drücken und in beliebige Richtungen kippen, um viele Funktionen ganz intuitiv anzuwählen.

### Magnetfeldsensor erfüllt Bewegungen

Für derartige Anwendungen und vieles mehr haben unsere Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler im Forschungsbereich Smart Sensing and Electronics in den vergangenen Jahren Magnetfeldsensoren entwickelt, die die Bewegung von Schaltern oder anderen Gegenständen berührungslos per Magnetfeld messen. Die Idee besteht darin, einen Schalter oder ein anderes Bauelement mit einem Magneten auszustatten, um dann mit dem Sensor dessen Position und Bewegung zu messen. Die neueste Entwicklung ist ein Mess-Chip, auf dem gleich vier 3D-Sensoren integriert sind – sogenannte Pixel-Zellen. »Dadurch misst unser 4-Pixel-Zellen-Chip mit bislang unerreichter Genauigkeit und das in allen Dimensionen«, erklärt Hans-Peter Hohe, Gruppenleiter am Fraunhofer IIS, der den neuen Chip zusammen mit seinem Kollegen Dr. Markus Stahl-Offergeld und einem Team entwickelt hat.

Einfache Magnetfeldsensoren sind schon seit mehr als 50 Jahren auf dem Markt. Sie können aber nur Bewegungen in zwei Dimensionen wahrnehmen – z. B. wenn ein Magnet von links nach rechts vorbeibewegt wird, wenn er sich dem Sensor nähert oder sich von ihm entfernt. Komplexe Bewegungen wie im Navi-Knopf der Zukunft sind damit nicht möglich. »Dank der vier Pixel-Zellen können wir die Bewegungen eines Magneten jetzt erstmals in allen sechs Dimensionen messen«, betont Hans-Peter Hohe – zum einen in x-, y- und z-Richtung, sprich vor und

zurück, nach links und nach rechts sowie nach oben und unten; zum anderen ist die Rotation um diese drei Achsen möglich.

»Damit können wir die Bewegung eines Magneten jetzt vollständig erfassen, was viele neue Anwendungsgebiete eröffnet«, ergänzt Markus Stahl-Offergeld. Zugrunde liegt dieser Technologie der sogenannte Hall-Effekt.

### Vierfach genau

Tatsächlich wird eine solche Messung erst durch die Kombination der vier Pixel-Zellen möglich, weil sich dadurch Störgrößen herausrechnen lassen. Diese erschweren es für gewöhnlich, ein Magnetfeld präzise zu vermessen. Ein Störfaktor ist beispielsweise das Erdmagnetfeld, das sich stets leicht verändert, wenn man sich mit einem Fahrzeug von einem Ort zum anderen bewegt. Auch die Temperatur hat einen Einfluss auf die Messungen. Fällt die Temperatur, dehnt sich das Feld eines Magneten aus. Ein einzelner Sensor könnte das fälschlich als Bewegung des Magneten interpretieren – als Magneten, der sich vermeintlich auf den Sensor zubewegt. Solche Fehler lassen sich ausschließen, wenn man mehrere Pixel-Zellen geeignet kombiniert.

Mit der Kombination von vier Pixel-Zellen auf einem Chip haben die Forscherinnen und Forscher die Voraussetzung für den Einstieg in den Massenmarkt geschaffen – etwa in der Autoindustrie. Wollte man auf einer Platine vier einzelne Sensoren verlöten, müsste man viel Arbeit darauf verwenden, diese exakt

zueinander auszurichten, damit sich keine Messfehler ergeben. Das würde die Fertigung aufwendig und teuer machen. Bei den neuen 4-Pixel-Zellen-Chips, die in Kürze vom Leistungszentrum Elektroniksysteme vertrieben werden, ist eine solch aufwendige Montage obsolet.

### Präzisionskameras vermessen hochwertige Magnete

Das Team hat aber nicht nur den Massenmarkt, sondern auch anspruchsvolle High-tech-Anwendungen im Blick – z. B. Magnetfeld-Kameras. Solche Kameras sind in der Lage, das Feld von Magneten millimetergenau zu vermessen. Das ist wichtig, weil Magnete für anspruchsvolle Anwendungen wie im Elektroauto sehr gleichmäßige Magnetfelder haben müssen. Die neuen 4-Pixel-Zellen-Chips haben den Vorteil, dass der Abstand zwischen den einzelnen Pixel-Zellen nur noch ungefähr einen Millimeter beträgt – etwa die Hälfte des für Magnetfeld-Kameras derzeit üblichen Abstands.

Um das Messfeld einer großen Magnetfeld-Kamera zu fertigen, werden Dutzende von Pixel-Zellen-Chips nebeneinander auf die Platine gelötet. Je kleiner der Abstand zwischen den Chips bzw. zwischen den Pixel-Zellen,

desto höher ist die Auflösung der Kamera – und desto genauer lässt sich ein Magnet vermessen.

»In der Industrie gibt es schon länger den Wunsch nach höherer Auflösung. Mit dem 4-Pixel-Zellen-Chip, den wir zusammen mit einem Industriepartner entwickelt haben, setzen wir jetzt neue Maßstäbe«, sagt Markus Stahl-Offergeld.

Mit dem Design der neuen Chips hat das Team auch die Anwendung erleichtert. Die einzelnen 4-Pixel-Zellen-Chips lassen sich nach dem Daisy-Chain-Prinzip miteinander verknüpfen. Das bedeutet, dass nicht jeder Chip über ein eigenes Kabel mit dem Controller verbunden werden muss, sondern dass die Information der Chips nacheinander über eine einzige Datenleitung – ein BUS-System – ausgelesen werden kann. Das erleichtert die Montage von Kameras enorm. Derzeit befindet sich der Controller, der die Sensordaten ausliest, noch als separates Bauteil auf der Platine. In der nächsten Chip-Generation soll die Controller-Einheit in den Chip integriert werden. Dann liefert der Sensor nicht mehr nur Magnetfeldwerte, wie sie für Kameraanwendungen sinnvoll sind, sondern direkt die Position des Magneten, was die Fertigung von Schaltern ohne »Klick« oder ähnlichen Produkten noch weiter vereinfachen wird.

 [www.iis.fraunhofer.de/magnetfeldsensorik](http://www.iis.fraunhofer.de/magnetfeldsensorik)

4-Pixel-Zellen-Chip mit bislang unerreichter Genauigkeit und das in allen Dimensionen



### Kontakt

**Hans-Peter Hohe**  
Bereich Smart Sensing and Electronics

Telefon +49 9131 776-4472  
hans-peter.hohe@iis.fraunhofer.de

## Energiesparsames Sensorinterface

### Prozess- und Produktüberwachung mit smarterer Sensorik im Rahmen des Projekts KI-Predict

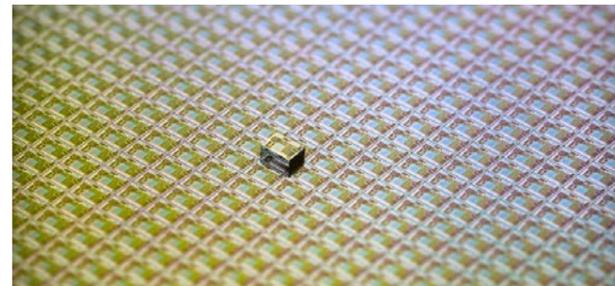


Illustration eines Chips.

Die Optimierung von Produktionsprozessen und Betriebsabläufen in der Industrie 4.0 erfordert kostengünstige Elektroniksysteme zur Datenerfassung und Signalverarbeitung. Insbesondere die Anbindung von Sensoren mit hohen Datenraten für die Zustandsüberwachung mit KI-Algorithmen galt bislang als kostspielig. Drahtlose Lösungen waren aufgrund der hohen Energieaufnahme oft wirtschaftlich nicht umsetzbar. Im Rahmen des Projekts »KI-Predict« wird ein ganzheitlicher

Ansatz entwickelt, der durch die Kombination neuer KI-Methoden mit dazu optimierter, integrierter Hardware eine intelligente Prozessüberwachung mit direkter Signalverarbeitung und Feature-Extraktion ermöglicht.

In diesem Zusammenhang entwickeln wir ein energiesparsames Sensorinterface als anwendungsspezifische, integrierte Schaltung (ASIC) mit integriertem Mikrocontroller (MCU) und KI-Recheneinheiten. Durch diesen Entwicklungsansatz werden die zu übertragenden Datenmengen stark reduziert und die Effizienz der Merkmalsextraktion wird deutlich gesteigert. Damit können extrem energiesparende Sensorlösungen bei Bedarf drahtlos umgesetzt werden. Darüber hinaus können Unternehmen ihre bereits etablierte Anlageinfrastruktur weiterhin nutzen: Die eingesetzten Standardsensoren werden durch Sensoren mit integrierter KI ersetzt, wodurch eine höhere Effizienz in der Datenverarbeitungskette sowie eine Kosteneinsparung erzielt werden.

[www.iis.fraunhofer.de/ki-predict](http://www.iis.fraunhofer.de/ki-predict)

## DHPcare – sensorbasiertes Patientenmonitoring

### Weg von Momentaufnahmen bei ärztlichen Untersuchungen – durch tragbare Sensoren mit klinischer Datenqualität

Viele Menschen kennen das: Die ganze Zeit geht es einem schlecht, doch kaum ist man zur Untersuchung in der Klinik, bessern sich die Symptome deutlich. Ärztinnen und Ärzte können bislang jedoch nur den Gesundheitszustand zum Zeitpunkt der Untersuchung erfassen. Wir am Fraunhofer IIS wollen weg von solchen Momentaufnahmen. »Über tragbare Sensoren mit klinischer Datenqualität wollen wir die Symptome chronischer Krankheiten kontinuierlich messen – und somit die Therapie verbessern«, erklärt Priv.-Doz. Dr. Heiko Gaßner, Gruppenleiter am Fraunhofer IIS und Sportwissenschaftler am Universitätsklinikum Erlangen. Bei Parkinson beispielsweise können Sensoren an den Schuhen den typisch schlurfenden Gang erkennen und durch objektive Parameter einen klinischen Mehrwert generieren. Ähnliche Ansätze sind für die Herzratenmessung in der Kardiologie

oder die Messung des Stresslevels in der Psychosomatik denkbar. Im »Fraunhofer Attract«-Programm DHPcare stattete Gaßners Team bereits einige Patientinnen und Patienten mit Sensoren aus und führte erste Untersuchungen durch. Das Ergebnis: Umgebung und Situation haben durchaus einen gewissen Einfluss auf die motorischen Symptome der Behandelten. In der EU-Studie »Mobilise-D« untersucht das Team gemeinsam mit dem Universitätsklinikum Erlangen, wie die Mobilität der Patientinnen und Patienten im Alltag digital erfasst werden kann. Dabei soll ein objektiver Outcome-Parameter definiert werden, der Pharmafirmen erlaubt, die Wirksamkeit ihrer Medikamente zu überprüfen.

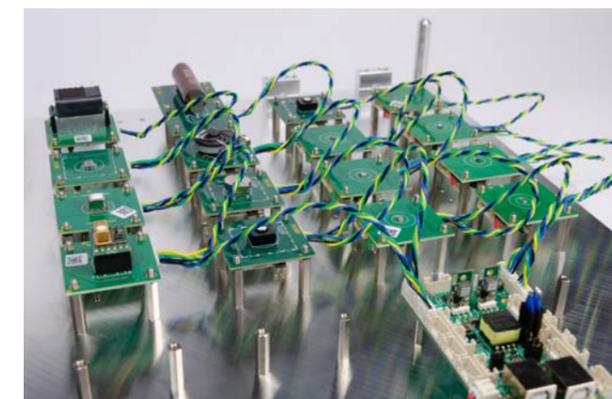
[www.iis.fraunhofer.de/patientenmonitoring](http://www.iis.fraunhofer.de/patientenmonitoring)

## Kostengünstige Sensorik für Gase und Gerüche

### Gassensoren treffen auf Künstliche Intelligenz: Eine Kombination für zahlreiche Anwendungen

Brandmelder in der Küche? Bislang ist das – trotz der generellen Sinnhaftigkeit – keine gute Idee: Die Zahl der Fehlalarme ist hoch. Mit unserer intelligenten Low-Cost-Sensorik für Gase und Gerüche könnte sich dieses Manko jedoch künftig beseitigen lassen: Der Brandmelder könnte nicht nur unterscheiden, ob ein Schnitzel gebraten wird oder es brennt, sondern zudem auch die Luftqualität im Innenraum überwachen. Zunächst haben wir im »Campus der Sinne« – einem gemeinsamen Projekt mit dem Fraunhofer IVV – verschiedene handelsübliche Gassensoren für unterschiedliche Zielgase untersucht. Wie zuverlässig arbeiten sie? Für welche Bedingungen sind sie geeignet? Diese können im nächsten Schritt kombiniert und mithilfe spezifischer KI-Methoden für die selektive Detektion von Zielgasen im konkreten Anwendungsfall optimiert werden. »Auf diese Weise können wir sowohl die Performance der Einzelsensoren erhöhen – zum einen durch die bestmögliche Auswahl, zum anderen durch die Künstliche Intelligenz – als auch das Zusammenspiel verschiedener Sensoren verbessern, beispielsweise indem die KI typische Querempfindlichkeiten berücksichtigt«, benennt Gruppenleiter Sebastian Hettenkofer die Vorteile. Auf diesen Arbeiten aufbauend, können neben der Branderkennung auch weitere Fragestellungen untersucht werden, z. B. zur Luftqualität im Innenraum, in der Lebensmittelproduktion, für sensitive Verkehrssteuerung in Innenstädten oder die Detektion verdorbener Lebensmittel in Kühlschränken.

[www.iis.fraunhofer.de/sensory-perception](http://www.iis.fraunhofer.de/sensory-perception)



Die Sensor Clickboards dienen der kombinierten Evaluierung von ausgewählten Gassensoren.

## Neuromorphe Hardware: We bring AI to the Edge

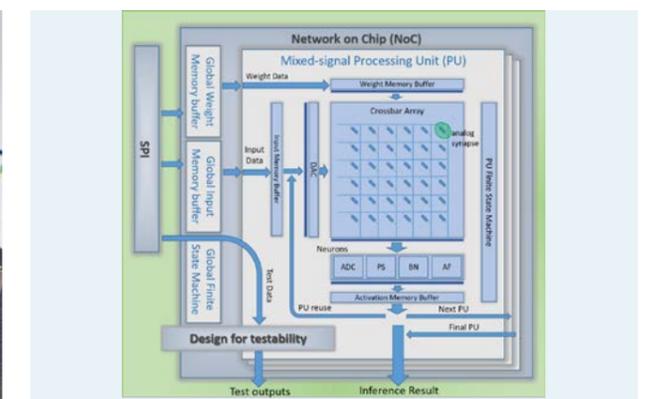
### Hocheffiziente und anwendungsspezifische neuromorphe Hardware für Edge-KI-Lösungen

KI-Anwendungen auf Edge-Geräten können in Zukunft nicht mehr durch besser werdende CPUs (Control Processor Units) und GPUs (Graphics Processor Units) realisiert werden – das Ende des Moore'schen Gesetzes ist erreicht. Neue Ideen und Architekturen sind gefragt. Eine neu entwickelte neuromorphe Hardware soll die hocheffiziente Verarbeitung der Sensordaten auf Edge-Geräten ermöglichen.

Neuromorphe Hardware bezeichnet im Allgemeinen ein vom menschlichen Gehirn inspiriertes Hardwaredesign mit effizient laufenden »Deep Neural Networks«. Durch die direkte Einbettung der KI auf den Edge-Geräten und der lokalen Verarbeitung der Daten entstehen gegenüber klassischen Rechnerarchitekturen Vorteile wie eine geringere Latenz, eine höhere Energieeffizienz und besserer Datenschutz. Mittels neuromorpher Hardware können viele Berechnungen parallelisiert durchgeführt werden, sodass die Hardware effizienter arbeiten und schnellere Ergebnisse liefern kann.

Wir entwickeln hocheffiziente und maßgeschneiderte integrierte Schaltungen für KI-Beschleuniger-IPs, die anspruchsvolle Anwendungen ermöglichen. Kunden profitieren durch unser Co-Design Framework von optimierten Entwicklungszeiten. Somit bieten wir eine Lösung, um KI energieeffizient mit sicherer und schneller Datenverarbeitung auf Edge-Geräte zu bringen. Mögliche Anwendungsfälle finden sich in den Bereichen Audiotechnologie, Industrie 4.0, Wearables oder autonomes Fahren.

[www.iis.fraunhofer.de/neuromorph](http://www.iis.fraunhofer.de/neuromorph)



Skalierbare Multi-Core-Chiparchitektur.

# Neuer Goldstandard für die industrielle CT



## Auf einen Blick

- 1 | Fraunhofer ist Mitbetreiber der weltweit einzigartigen Computertomographie-Strahllinie BM18 an der European Synchrotron Radiation Facility (ESRF) in Grenoble.
- 2 | Diese Strahllinie steht für Industriemessungen zur Verfügung und kann Objekte bis 70 Zentimeter Breite in einer Auflösung von 25 Mikrometern abbilden.
- 3 | Für Studierende eines Masterstudiengangs und für Promovierende bietet der Bereich Entwicklungszentrum Röntgentechnik die Möglichkeit, ihre Arbeiten am Synchrotron in Grenoble anzufertigen.

Am Elektronensynchrotron in Grenoble entsteht eine weltweit einmalige Messstation für die zerstörungsfreie Prüfung großer Bauteile. Die Computertomographie-Anlage bietet eine Auflösung von 25 Mikrometern und liegt damit weit über dem bisherigen Standard von 100 Mikrometer Auflösung. Das Fraunhofer IIS ist mit seinem Bereich Entwicklungszentrum Röntgentechnik EZRT maßgeblich an der Entwicklung der Messstation beteiligt.

## European Synchrotron Radiation Facility (ESRF)

Das ESRF wurde 1994 in Grenoble am Rande der französischen Alpen gegründet und wird von 17 Ländern finanziert. Der von der ESRF betriebene Elektronenspeicherring ist weltweit der drittgrößte seiner Art. Er erzeugt Röntgenstrahlen, die zehn Trillionen Mal heller sind als die in der Medizin genutzten Röntgenstrahlen. Die Strahlen werden von Forschenden aus der ganzen Welt rund um die Uhr für Experimente genutzt.

Die Anforderungen der Industrie an die Prüfung von Bauteilen werden immer größer. Dabei kommt die Nachfrage aus den verschiedensten Branchen: vom Automobilbau über die Luftfahrtindustrie bis hin zu Windradherstellern. Mit der Computertomographie (CT) wollen die Produzenten z. B. die Fügenähte einer Autotür prüfen oder die Struktur eines Faserverbundwerkstoffs beurteilen. CT-Anlagen im Labor stoßen beim Wunsch nach immer besserer Auflösung an physikalische Grenzen. Diese Grenzen lassen sich nur durch Röntgenanlagen überwinden, die an einem Elektronensynchrotron betrieben werden, wie beispielsweise der European Synchrotron Radiation Facility (ESRF) in Grenoble.

Die ESRF verfügt über einen Elektronenspeicherring, der einen Umfang von 844 Metern hat. In diesem Speicherring zirkulieren ständig Elektronen mit nahezu Lichtgeschwindigkeit. Die enorme Energie dieser Elektronen wird zur Erzeugung von Röntgenstrahlung genutzt. Dazu gibt es am Speicherring mehrere Anlagen, die als Röntgenquelle dienen. Von dort wird die Strahlung in geraden Röhren, sogenannten Strahllinien, tangential vom Ring weggeleitet und für die verschiedensten wissenschaftlichen Experimente genutzt.

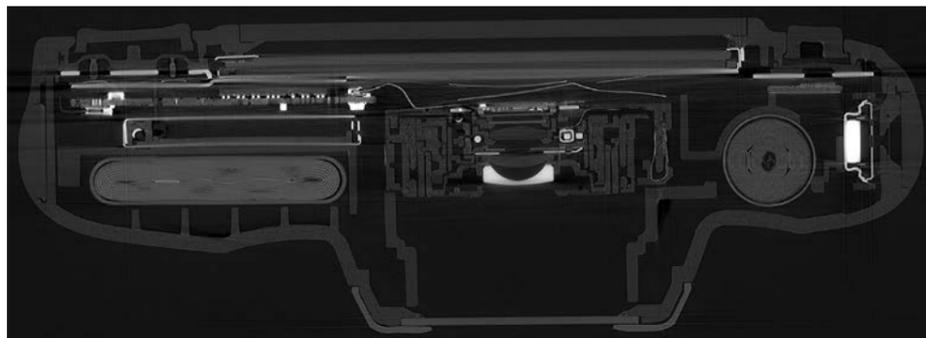
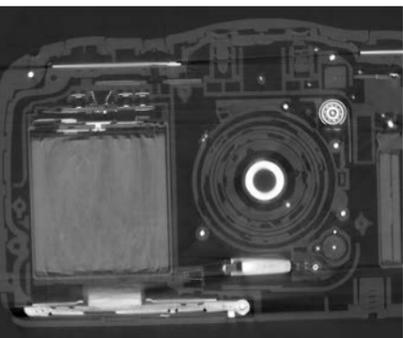
»Im Zuge der Renovierung des Elektronenspeicherrings hat die ESRF neue Strahllinien gebaut. Eine davon ist die BM18 Beamline, die wir zu einer einzigartigen Anlage für die industrielle CT ausbauen«, erklärt Prof. Dr. Simon Zabler, Leiter der niederbayerischen EZRT-Standorte Deggendorf und Passau und Projektleiter des BM18-Projekts. Zabler ist ein ausgewiesener Experte für Synchrotron-Bildgebung. Er hat bereits vor über zwanzig Jahren seine Master- und Diplomarbeit in Grenoble geschrieben. »Fraunhofer übernimmt gemeinsam mit den Universitäten Passau und Würzburg die Entwicklung der Detektortechnologie, der IT-Hardware sowie der Datenverarbeitung«, berichtet der Physiker. Das Projekt wird vom Bundesforschungsministerium mit 6,3 Millionen Euro gefördert.

### Extrem scharfe Bilder mit einzigartigem Phasenkontrast

In der BM18 Beamline wird der am Elektronenspeicherring erzeugte Röntgenstrahl 200 Meter weit durch eine Vakuumröhre geleitet, ehe er in der großen Experimentierhalle ankommt. Hier trifft er auf das Objekt, das sich auf einem Podest dreht und sukzessive gescannt wird. Nach dem Durchtritt durch das Objekt trifft der Röntgenstrahl auf den bis zu 40 Meter entfernten Detektor. »Durch den großen Abstand des Objekts zur Röntgenquelle und zum Detektor erhalten wir extrem scharfe Bilder mit einem einzigartigen Phasenkontrast«, betont Simon Zabler.

Um diese Bilder festzuhalten, haben die Forschenden einen Röntgendetektor entwickelt, der neue Maßstäbe setzt. Während die bislang höchstauflösende Röntgenkamera rund 8000 Bildpunkte pro Zeile lieferte, verfügt der neue Detektor über 16000 Pixel pro Zeile. Damit kann ein 40 Zentimeter breites Objekt mit einer Auflösung von 25 Mikrometer pro Pixel abgetastet werden. Die Röntgenkamera basiert auf der XEye-Technologie, die im Bereich Entwicklungszentrum Röntgentechnik EZRT entwickelt wurde.

Röntgenaufnahme einer Kamera, zwei Ansichten.



### Zwei Gigabyte Daten pro Sekunde

Die Datenmengen, die die Röntgenkameras liefern, sind enorm. »Bei Vollbetrieb erzeugen wir pro Sekunde zwei Gigabyte Tomographie-Daten«, erläutert Simon Zabler. Um diese Datenflut zu bewältigen, arbeitet das EZRT eng mit den Lehrstühlen von Prof. Dr. Tomas Sauer in Passau und von Prof. Dr. Randolph Hanke in Würzburg zusammen. Hier geht es in erster Linie darum, aus den Daten der einzelnen Scans das Volumenbild des Objekts zu rekonstruieren.

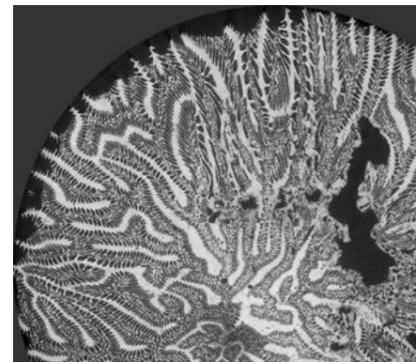
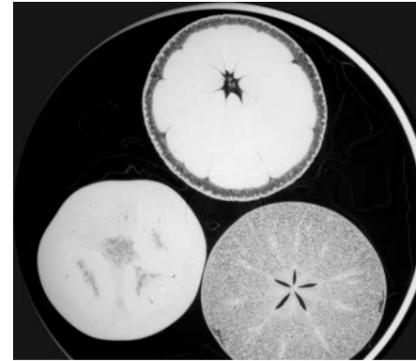
»Wenn wir die Daten einfach roh auf den Servern des ESRF speichern würden, wäre die gesamte Speicherkapazität der Großforschungseinrichtung nach einem Monat voll«, verdeutlicht Zabler. Daher arbeitet das Projektteam an der verlustfreien Kompression der Bilddaten. Als Basis dient der Standard JPEG 2000, an dessen Entwicklung das Fraunhofer IIS beteiligt war. Durch die Kompression ist es möglich, einen Datensatz von ursprünglich 100 Terabyte auf einem Laptop zu öffnen.

Obwohl das Projekt nach seinem Start im Frühjahr 2020 von den Auswirkungen der Pandemie betroffen war, konnten Ende 2021 die ersten Probemessungen durchgeführt werden. Das Jahr 2022 wird das Team nutzen, um die Anlage zu optimieren und Beispielobjekte zu scannen, die als Showcases das Potenzial der Anlage verdeutlichen. Im Dezember 2022 soll dann der Messbetrieb für die Industriekunden starten.

### Messung von Bauteilen bis 70 Zentimeter Breite

»Die Kunden, die wir mit der Labor-CT betreuen, zeigen großes Interesse an der BM18 Beamline«, sagt Simon Zabler erfreut. »Wir können das Messfeld auf 70 Zentimeter erweitern, indem wir einen Halbfeld-Scan machen, bei dem wir zuerst die eine und dann die andere Hälfte des Objekts scannen.« Für Kunden, die eine ganze Palette von Bauteilen röntgen lassen möchten, bietet die BM18 einen enormen Vorteil. »Untersuchungen, für die wir mit der Labor-CT eine Woche brauchen, können wir in Grenoble in wenigen Stunden erledigen, und das in weit besserer Qualität«, verspricht Zabler. »Das EZRT übernimmt natürlich die komplette Abwicklung des gesamten Messvorgangs.«

Für Industriekunden ist ein Achtel der Strahlzeit der BM18 Beamline vorgesehen. Die restliche Zeit steht für wissenschaftliche Untersuchungen zur Verfügung. Um die Zuteilung von Strahlzeit haben sich schon jetzt wesentlich mehr Forschende beworben als berücksichtigt werden können. Die Auswahl trifft eine unabhängige Jury. Ein Projekt ist bereits genehmigt: das Human Organ Project. Bei diesem Vorhaben werden menschliche Organe aus der Pathologie mit enormer Genauigkeit gescannt und als anatomischer 3D-Atlas der Allgemeinheit zugänglich gemacht.



oben:  
Röntgenaufnahme einer  
Obstschale.

unten:  
Röntgenaufnahme einer  
Koralle.

#### Kontakt



#### Thomas Kestler

Bereich Fraunhofer-Entwicklungszentrum  
Röntgentechnik EZRT

Telefon +49 911 58061-7611  
thomas.kestler@iis.fraunhofer.de

## Unkrautbekämpfung mit KI statt Chemie

### Autonome Systeme helfen dabei, Pflanzenschutzmittel abzulösen

»Grundsätzlich können wir den verwendeten Algorithmus mittels Deep-Learning-Verfahren auf jede Nutzpflanze hintrainieren. Das macht die Technologie für den Einsatz in sämtlichen Szenarien von Unkrautbefall auf dem Feld anwendbar.«

**Oliver Scholz**  
Stellvertretender Abteilungsleiter Berührungslose Mess- und Prüfsysteme

Die Agrarwirtschaft steht beim Anbau von Nutzpflanzen vor einer großen Herausforderung, da immer mehr auf Pflanzenschutzmittel verzichtet werden soll. Das Ausbringen solcher Chemikalien ist bislang jedoch häufig unvermeidbar, will man verhindern, dass Unkraut in direkter Nähe zur Ertragspflanze heranwächst, mit dieser in Konkurrenz um Nährstoffe steht und somit zu Ertragsverlusten führt.

Eine Kulturpflanze, die ohne aktive Unkrautbekämpfung starke Ertragseinbrüche verzeichnet, ist die Zuckerrübe. Die Nutzpflanze zeichnet sich als die am weitesten verbreitete Zuckerpflanze in unseren Breitengraden aus. Fast 30 Millionen Tonnen werden jedes Jahr in Deutschland geerntet. Ihre Wichtigkeit als Rohstoffquelle wird oft verkannt: Neben der Zuckerherstellung dienen weitere Abbauprodukte der Rübe zur Produktion von Futtererzeugnissen, aber auch als Ausgangsprodukt für die Biogas- und Bioethanol-Herstellung eignet sich die Nutzpflanze hervorragend.

Forschende am Entwicklungszentrum Röntgentechnik EZRT des Fraunhofer IIS arbeiten deshalb zusammen mit Projektpartnern aus der Wirtschaft an einer umweltschonenden und nachhaltigen Alternative zu Herbiziden. Im Rahmen des Projekts »BlueBob« des Saatgutunternehmens Strube D&S GmbH wird ein autonom navigierender Feldroboter

entwickelt, der mittels modernster Sensorik, intelligenter Algorithmen sowie aktiven Hackwerkzeugen Unkraut in der Nutzpflanzenreihe entfernt. In Kombination mit der Verwendung konventioneller Hackwerkzeuge zwischen den Nutzpflanzenreihen kann eine flächendeckende mechanische Unkrautbekämpfung erreicht werden. Dies kann den Herbizideinsatz im Zuckerrübenanbau reduzieren bzw. langfristig vermeiden.

Die besondere Herausforderung für die Forschenden war es, BlueBob beizubringen, exakt zwischen Zuckerrüben und Unkraut zu unterscheiden. Die Fraunhofer-Forschenden setzen hierbei auf eine Kombination aus Spezialkameras, welche die Pflanzenbestandteile in Zusammenspiel mit einem eigens für diesen Anwendungszweck entwickelten KI-Algorithmus optisch erfassen. Mittels Techniken des Maschinellen Lernens trifft der Roboter so binnen Sekundenbruchteilen die Entscheidung, an welcher Stelle innerhalb der Reihe das Hackwerkzeug zur Entfernung der Unkrautpflanzen zum Einsatz kommen soll. Das Werkzeug wird dann zentimetergenau angesteuert, um das Unkraut zu entfernen, während die Nutzpflanze geschont wird.

Durchgeführt wird das Projekt in Kooperation mit der Strube D&S GmbH sowie dem französischen Roboterhersteller Naïo Technologies, der die Roboterplattform mit ihren mechanischen Komponenten entwickelt hat.

»Grundsätzlich können wir den verwendeten Algorithmus mittels Deep-Learning-Verfahren auf jede Nutzpflanze hintrainieren. Das macht die Technologie für den Einsatz in sämtlichen Szenarien von Unkrautbefall auf dem Feld anwendbar«, erklärt der stellvertretende Abteilungsleiter der Abteilung Berührungslose Mess- und Prüfsysteme, Oliver Scholz.



## Durchgebrannt: Leistungselektronik langlebiger konstruieren

### Röntgenbildung unterstützt bei der frühzeitigen Detektion konstruktiver Schwachstellen bei Halbleitern

Technische Bauteile erfahren eine stetige Miniaturisierung, werden gleichzeitig jedoch zunehmend leistungsstärker. Vor allem Halbleiter-Komponenten und insbesondere jene, welche für den Einsatz im Automotive-Bereich ausgelegt sind, laufen Gefahr, starken Strompulsen ausgesetzt zu sein. Um auch bei solch hochtechnologisierten Bestandteilen größtmögliche Ausfallsicherheit und Langlebigkeit gewährleisten zu können, unterziehen Hersteller Prototypen vor dem Marktstart ausgiebigen Tests.

Mittels Power Temperature Cycling Tests soll etwa herausgefunden werden, ob die Bauteile auch unter Ausnahmeständen weiterhin zuverlässig funktionieren. Dabei erfahren die Komponenten eine periodisch auftretende Spannungsspitze, welche in lokal stark begrenzten Bereichen Temperaturanstiege von mehreren Hundert Grad Celsius zur Folge hat.

Bedingt durch die Komplexität der Bauteile, welche oftmals auch mehrere Ebenen, sogenannte Layer, umfassen, lassen sich nach einem Versagen oftmals nur schwierig Rückschlüsse auf den genauen Hergang des Ausfalls bzw. die betroffenen Einzelkomponenten ziehen. Darüber hinaus treten meist mehrere Ausfälle im Affekt auf, deren Hergang schwierig zu rekonstruieren und zu interpretieren ist.

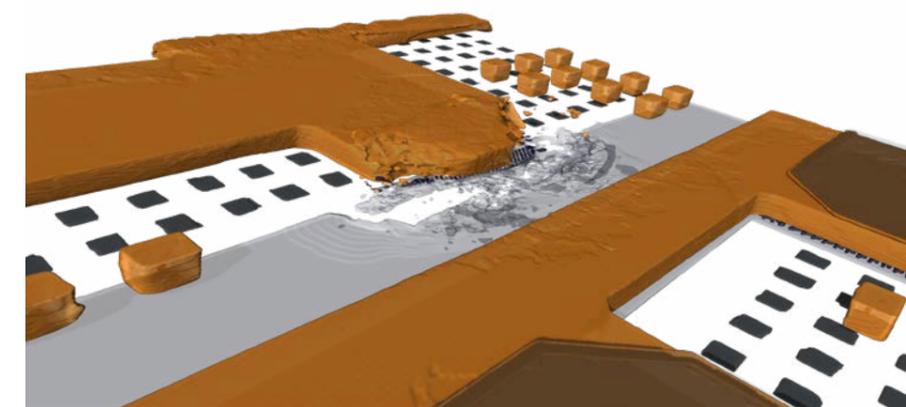
Forschende am Fraunhofer-Entwicklungszentrum Röntgentechnik EZRT des Fraunhofer IIS konnten anhand einer Technikdemonstration beweisen, dass die Fehlersuche an elektronischen Bauteilen in der Vorserienproduktion mittels hochauflösender Computertomographie zu erweiterten Erkenntnissen in der Versagensanalyse beitragen kann. Erstmals wurden drei übliche Versagensphänomene in 3D über sämtliche Layer der Komponente hinweg dargestellt. Auch schleichende

Defekte, etwa durch Elektromigration, lassen sich auf diese Weise lokalisieren.

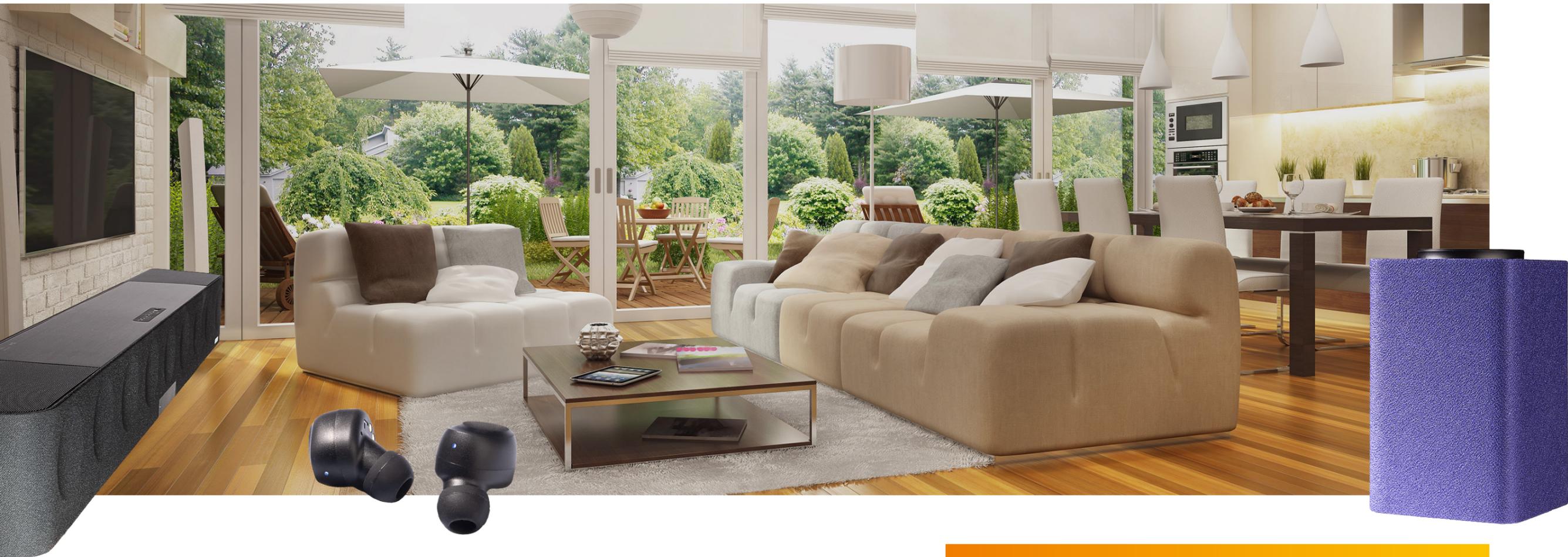
Hersteller können damit konstruktive Schwachstellen und den zu erwartenden Schadenshergang vorab besser identifizieren und nachvollziehen. Erkannte Schwachstellen können behoben werden, bevor die Komponente die Serienreife erreicht.

Technisch beruht die Demonstration auf der selbst entwickelten ntCT-Anlage, welche sich zur Visualisierung kleinster Strukturen eignet. Das System ist dazu in der Lage, das vollständige Spektrum der Röntgenquelle zu nutzen, um auch unter höchstmöglicher Auflösung höhere Photonenenergien zu verwenden. Dies ist Voraussetzung zur Durchstrahlung von Chips mit hoher Metallisierung. Mit einer Auflösung von bis zu 150 Nanometern können selbst feinste Defekte innerhalb der Schaltkreise sichtbar gemacht werden.

*3D-Nano-CT-Analyse eines Mikrochips nach Versagen im Leistungs- und Temperatur-Belastungstest (Power Temperature Cycling). Die Messung zeigt eindrucksvoll die Schäden durch die lokale Erwärmung in den verschiedenen Ebenen der Metallisierung von den Leitungsschichten (Orange: Kupfer; Grau: Aluminium) bis zu den zylindrischen Durchkontaktierungen mit je nur 350 Nanometer Durchmesser (Dunkelblau: Wolfram).*



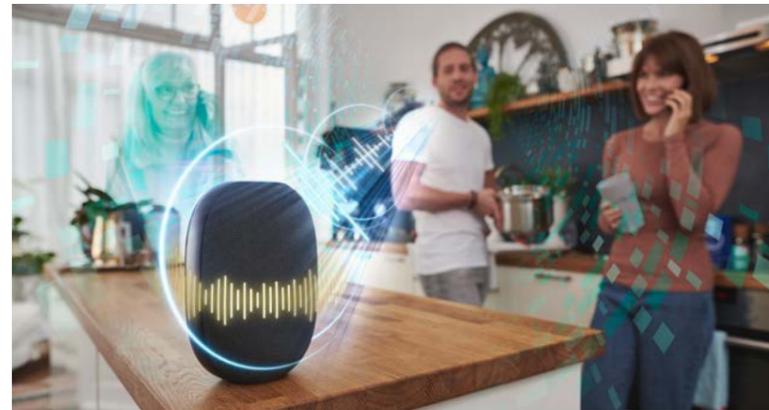
# Bessere Audioerlebnisse rund um die Welt



Der erfreuliche Trend, dass sich eine Reihe namhafter Lizenznehmer für unsere Audiocodiervorgänge der 4. Generation entschieden, hielt auch im Jahr 2021 weiter an und trug zu deren weiterer Etablierung bei: Auf der ganzen Welt setzten Unternehmen auf die Codecs des Fraunhofer IIS. Diese verbessern Hörerlebnisse in den unterschiedlichsten Bereichen: von 3D-Soundbars über Bluetooth-Zubehör bis hin zu Smartspeakern.

## Auf einen Blick

- 1 | Die Audiocodecs des Fraunhofer IIS tragen auf der ganzen Welt zur effizienten Übertragung von Audiosignalen bei.
- 2 | Die Kommunikationscodecs LC3/LC3plus und EVS sichern bei Bluetooth und Mobilfunkverbindungen maximale Gesprächsqualität und Klarheit sowie minimale Latenz.
- 3 | Mit den Broadcast- und Streamingcodecs MPEG-H und xHE-AAC werden Medienverbreitung und -konsum effizient und komfortabel.



### Internationale Erfolge für MPEG-H

VIA Licensing, einer der führenden Verwalter von Patentpools, gab im Juli dieses Jahres die Einrichtung eines Patentpools für MPEG-H 3D Audio bekannt. Gründungsmitglieder sind – neben Fraunhofer – die bekannten Innovatoren Dolby, ETRI, Orange, Royal Philips, Sony Group Corp., VoiceAge und WILUS. Im Dezember trat auch Samsung dem Pool bei. Dank des Lizenzprogramms können Anbieter nun für ihre Produkte essenzielle Patente am MPEG-H 3D Audio-Standard zu fairen und angemessenen Bedingungen lizenzieren. Der Patentpool macht es wesentlich unkomplizierter, MPEG-H in Unterhaltungselektronik zu integrieren, und ebnet damit den Weg zu seiner weiteren Nutzung.

Im Bereich der Contenterstellung flossen Erkenntnisse aus der Anwendung in die im vergangenen Jahr veröffentlichten Production Tools ein. Neben einer optimierten Version der MPEG-H Authoring Suite (MAS 4.0) wurde das ADM-Infotool grundlegend überarbeitet und als MPEG-H Infotool (MHIT) neu veröffentlicht. Zudem entstand in einer Kooperation mit dem Fraunhofer IDMT der Fraunhofer Immersive Panner, der 3D-Audioproduktionen für Live-Anwendungen mit herkömmlichen Produktionswerkzeugen ermöglicht. Aus der Zusammenarbeit mit dem Hamburger Unternehmen New Audio Technologies resultierte der Spatial Audio Designer (SAD), der die vollständige Produktion von MPEG-H für Broadcast, Musik und Live-Umgebungen ermöglicht.

Große Fortschritte auf internationaler Ebene kann MPEG-H auch als Rundfunk-Audiostandard verzeichnen. Im März eröffnete in São Paulo, Brasilien, ein MPEG-H-Trainingscenter, in dem lateinamerikanische Profis mit MPEG-H vertraut gemacht werden. In Brasilien wird die digitale TV-Infrastruktur derzeit umfassend aufgerüstet. Als erste Sendeanstalt in Lateinamerika sendet Grupo Rede Amazônica auf einem seiner terrestrischen Kanäle 24/7-MPEG-H Audio im Standard ISDB-Tb TV 2.5. In einem nächsten Schritt hin zu TV 3.0 soll die gesamte TV-Infrastruktur

des Landes bis Dezember 2023 von analog auf digital umgestellt werden.

Im Dezember hatte das brasilianische SBTVD-Forum die technische Evaluierungsphase für den zukünftigen brasilianischen Fernsehstandard abgeschlossen. In dieser Phase wurden mehrere vorgeschlagene Technologien miteinander verglichen. Im Bereich der Audiocodierung erfüllte das MPEG-H Audio-System alle Kriterien dieses Auswahlprozesses und wurde deswegen als einziges vorgeschriebenes Audioformat für das zukünftige terrestrische UHD-System in Brasilien ausgewählt.

 [www.iis.fraunhofer.de/mpeg-h](http://www.iis.fraunhofer.de/mpeg-h)  
[www.mpeg-h.com](http://www.mpeg-h.com)

### xHE-AAC ist bevorzugter Codec internationaler Streamingdienste

Seit diesem Jahr gehören die Branchenriesen LG Electronics, Netflix und Facebook zu den Lizenznehmern von xHE-AAC. Damit hat sich der Codec als eine der bevorzugten Technologien für mobiles Streaming etabliert. Mit xHE-AAC lassen sich alle Arten von Content – Filme, Musik, Hörbücher oder Podcasts – besser als mit jeder anderen Technologie konsumieren. Darüber hinaus gibt es seit Januar einen webbasierten Testservice, mit dem Entwickler und Hersteller ihre Implementierungen des xHE-AAC-Audiocodex auf Konformität mit den MPEG-Standards prüfen können. Seitdem wird auch die Nutzung des Markenzeichens xHE-AAC® für Produkte lizenziert, die den Test bestehen. Damit können Hersteller und Verbraucher erkennen, welche Produkte auf Interoperabilität mit den erweiterten Funktionen des xHE-AAC-Codecs getestet wurden.

 [www.iis.fraunhofer.de/xhe-aac](http://www.iis.fraunhofer.de/xhe-aac)



### Unerreichte Klarheit und niedrigste Latenz: LC3/LC3plus

LC3 (Low Complexity Communication Codec) verbessert die Leistung von Geräten mit Bluetooth-Audiounterstützung. In diesem Jahr hat der Codec den offiziellen Qualifizierungsprozess der Bluetooth Special Interest Group (SIG) bestanden und ist nun als qualifizierte und getestete Komponente gelistet. Hersteller von Produkten, die auf diesem Profil basieren, sparen sich damit zusätzliche Codec-Tests. Durch den mit zahlreichen weiteren Funktionen ausgestatteten Geschwistercodec LC3plus kann der High-End-Hersteller Bang & Olufsen seit Kurzem seinen Kunden höchste Audioqualität bei seinen neuen kabellosen Streaminggeräten bieten.

 [www.lc3plus.de](http://www.lc3plus.de)

### EVS: Bessere Gesprächsqualität in Mobilfunknetzen

Der Kommunikationscodec Enhanced Voice Services (EVS) verbessert die Robustheit und Qualität von mobilen Telefongesprächen. Nun hat die Groupe Speciale Mobile Association (GSMA) in ihrem »IMS Profile for Voice, Video and Messaging over 5G« (NG.114) die EVS-Implementierung in 5G-fähige Geräte verpflichtend festgeschrieben, damit die Technologie in 5G-Sprachdiensten durchgängig verwendet wird. Ein weiterer großer Schritt in der Verbreitung des Codecs ist seine Implementierung in den VoLTE-Netzen von zwei der größten Mobilfunkanbieter Indiens, nämlich Airtel India und Vodafone Idea. Beide Netzbetreiber haben zusammen knapp 625 Millionen Kunden<sup>1</sup>.

 [www.iis.fraunhofer.de/evs-de](http://www.iis.fraunhofer.de/evs-de)

<sup>1</sup> Stand September 2021, Quelle: [www.trai.gov.in/sites/default/files/PR\\_No.50of2021\\_0.pdf](http://www.trai.gov.in/sites/default/files/PR_No.50of2021_0.pdf).



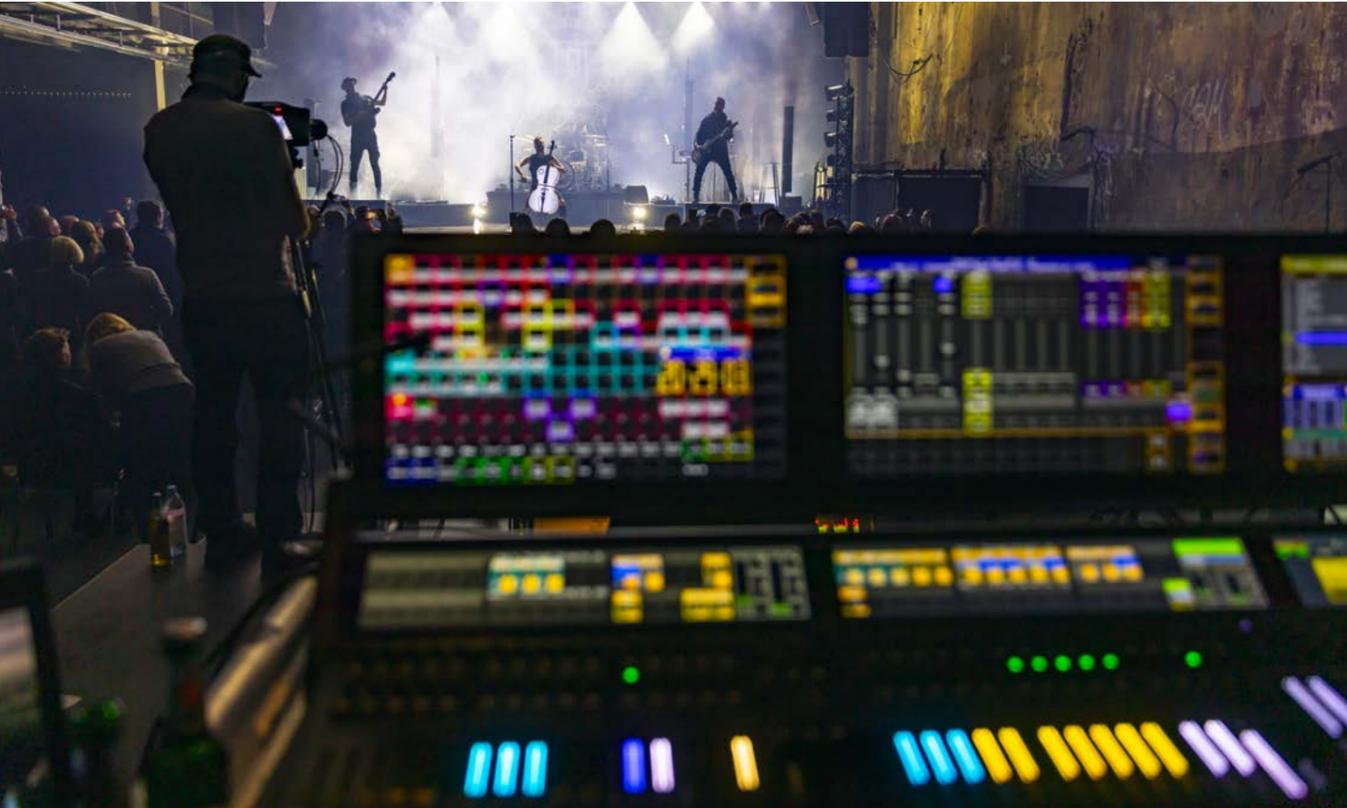
#### Kontakt

##### Mandy Garcia

Leitung Marketing und Kommunikation Audio und Medientechnologien

Telefon +49 9131 776-6178  
amm-info@iis.fraunhofer.de

## Virtualisierung von Live-Veranstaltungen



### Fraunhofer IIS, Fraunhofer FOKUS und Fraunhofer HHI rufen Virtual LiVe ins Leben

Das im Technologiezentrum 3IT gehostete »Virtual LiVe«-Projekt wird im Rahmen des »KMU-akut«-Programms »Forschung für den Mittelstand« der Fraunhofer-Gesellschaft gefördert. Ziel des Projekts ist es, klassische Veranstaltungsformate durch den Einsatz neuer immersiver Medienformate (z. B. 3D-Audio, 360-Grad-Video, Lichtfelder, volumetrisches Video) digital zu ergänzen oder sogar zu ersetzen, wenn physische Präsenz nicht möglich ist.

Die Komplexität neuer Technologien und die häufig damit verbundenen hohen Implementierungskosten für eigene Online-Plattformen machen es schwer, ein Angebot auf dem aktuellen Stand der Technik bereitzustellen. Virtual LiVe strebt deswegen die Entwicklung einer Plattform an, die in Form eines Baukastensystems anwendbare und skalierbare High-End-Lösungen

für die Event-Streaming-Bedürfnisse verschiedenster Branchen bedient. Aus diesem System können sich kleine und mittlere Unternehmen je nach Bedarf und Anforderung ein maßgeschneidertes Programm für ihre jeweiligen Veranstaltungsbedürfnisse zusammenstellen. Ziel der laufenden Forschungs- und Evaluierungsprojekte ist es, bestehenden Angeboten deutliche Mehrwerte hinsichtlich Qualität und Barrierefreiheit (z. B. bei den Themen Bezahlschranken, Hardwareanbindung, Voraussetzungen oder hohe Internetgeschwindigkeit) hinzuzufügen. Dabei sollen alle relevanten rechtlichen Aspekte, insbesondere in Bezug auf Datensouveränität und EU-Datenschutzrichtlinien, berücksichtigt werden.

[www.audioblog.iis.fraunhofer.com/de/virtual-live](https://www.audioblog.iis.fraunhofer.com/de/virtual-live)  
[youtu.be/ZvDvHyo24no](https://youtu.be/ZvDvHyo24no)

## QoEVAVE: Willkommen im virtuellen Labor

**Realistische virtuelle Umgebungen machen die Optimierung von Experimenten in vielen Wissenschaftsbereichen möglich**

In den letzten Jahren wurden beträchtliche Fortschritte beim Verständnis auditiver kognitiver Prozesse und Fähigkeiten erzielt. Dabei kamen in Experimenten einfache virtuelle Umgebungen zum Einsatz. Diese sind zwar gut kontrollierbar, aber oft unrealistisch. Viele Einschränkungen früherer Laborumgebungen können von interaktiven virtuellen Umgebungen, sogenannten Interactive Virtual Environments (IVEs), überwunden werden. Doch wie bewertet man die Qualität von IVEs und welche Referenzgrößen sind hierfür relevant?

Dieser Frage geht nun das von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderte Projekt »Quality of Experience Evaluation of Interactive Virtual Environments with Audiovisual Scenes« (QoEVAVE) nach. Das Projekt basiert auf Erkenntnissen der »Quality of Experience (QoE)«-Forschung und erweitert diese um Ansätze aus dem VR-Bereich, um den ersten umfassenden QoE-Rahmen für IVEs zu entwickeln. Das Ziel ist eine integrierte Sicht auf die Wahrnehmung der IVE-Qualität als kognitiven Prozess und auf die kognitive Belastung bei bestimmten Aufgaben als Merkmal für die Qualität eines IVE.

Prof. Dr. Emanuel Habets, Abteilungsleiter am Fraunhofer IIS und Professor an den International Audio Laboratories (Audio-Labs) Erlangen, sowie Prof. Dr. Alexander Raake von der TU Ilmenau leiten die Forschung im QoEVAVE-Projekt. Gemeinsam erarbeiten und testen ihre Teams in einem mehrstufigen Prozess eine Methode, mit der die Qualität der IVE evaluiert werden kann.

[www.audioblog.iis.fraunhofer.com/de/qoevave](https://www.audioblog.iis.fraunhofer.com/de/qoevave)

## Projekt SPEAKER: Aufbau einer B2B KI-Plattform

**Die maßgeschneiderte Sprachassistenten-Lösung für die deutsche Industrie entspricht europäischen Standards zur Datensicherheit**

Sprachassistenten auf Basis von Künstlicher Intelligenz (KI), die europäische Standards der Datensicherheit bieten, sind eine wichtige Zukunftsperspektive für viele Unternehmen. Unter der Leitung des Fraunhofer IIS und des Fraunhofer IAIS wird im Projekt »SPEAKER« seit April 2020 eine deutsche Sprachassistentenplattform entwickelt. Ziel des vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz im Rahmen des KI-Innovationswettbewerb geförderten Projekts ist es, Infrastruktur, Technologiebausteine und Standards für sprachgesteuerte Dialogsysteme für den Business-to-Business(B2B)-Einsatz bereitzustellen.

Die natürliche Interaktion mit Technik über Sprache wird für viele Wirtschaftszweige immer wichtiger. In der medizinischen Behandlung etwa können Sprachdialogsysteme es Ärztinnen und Ärzten erleichtern, Patientendaten freihändig abzufragen, berührungslos medizinische Geräte zu bedienen und Diagnosen via Spracheingabe zu dokumentieren. In der Industrie bringen Sprachassistenten bei der digitalen Inspektion und Qualitätssicherung von Maschinen, Fahrzeugen oder Infrastrukturen große Vorteile. Service- und Verwaltungsprozesse können mit dialogbasierten Assistenten effizienter gestaltet werden. Bei allen Anwendungen gilt es jedoch, Technologie und Datensouveränität optimal in Einklang zu bringen.

Speziell im B2B-Umfeld werden Unternehmen in der Lage sein, die auf der Plattform verfügbaren Sprachassistententechnologien an die jeweiligen Fachtermini, Workflows und Bedürfnisse der entsprechenden Branche anzupassen. Damit wird den Projektpartnern aus Großindustrie, mittelständischen Unternehmen, Start-ups und Forschung der Einsatz von KI-Methoden in ihrem unmittelbaren Umfeld möglich. Die Datensouveränität personenbezogener und unternehmensrelevanter Informationen liegt allein bei den deutschen Unternehmen und entspricht europäischen Standards zur Datensicherheit.

In enger Abstimmung mit den späteren Nutzergruppen entwickeln die Projektpartner erste Pilotanwendungen, die direkt in der Praxis erprobt werden. So ist nach der dreijährigen Projektphase eine direkte Überführung der Prototypen in die produktive Anwendung vorgesehen.

[www.speaker-projekt.de](https://www.speaker-projekt.de)

## Vertrauenswürdige Elektronikhardware – von der Achillesferse zum Fundament

### Neue Methoden und Entwicklungsprozesse werden zukünftig den Entwurf vertrauenswürdiger Elektronik absichern

Ziel ist es, messbare Vorgaben und Kriterien für Bauelemente zu definieren, deren Umsetzung nach der Fertigung getestet und nachverfolgt werden kann.

Damit elektronische Komponenten in jeder Hinsicht vertrauenswürdig sind, müssen sie sicher vor Manipulationen und Know-how-Diebstahl sein. Andererseits gilt es auch, nach der Fertigung die ursprüngliche Spezifikation konkret nachvollziehen und überprüfen zu können. Damit diese Maßgaben auch für die komplexen, internationalen Wertschöpfungsketten der Elektronikherstellung umgesetzt werden können, bedarf es neuer, verbesserter Entwurfsmethoden. Hier setzt das Forschungsprojekt VE-VIDES (»Designmethoden und HW/SW-Co-Verifikation für die eindeutige Identifizierbarkeit von Elektronikkomponenten«) an. Im Rahmen des Projekts arbeiten u. a. Forschende unseres Dresdner Institutsteils Entwicklung Adaptiver Systeme EAS an einem ganzheitlichen Konzept für den Entwurf vertrauenswürdiger Elektronik.

Für eine konsequente Umsetzung gilt es, potenzielle Sicherheitslücken bereits in der Designphase systematisch zu identifizieren und Elektroniksysteme mit zuverlässigen Mechanismen vor Angriffen oder IP-Diebstahl zu schützen. Besonders wichtig ist es, die gesamten internationalen Fertigungsketten zu berücksichtigen, die für europäische Entwickler heute oft noch wenig transparent sind.

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Fraunhofer IIS/EAS erarbeiten eine neuartige Methodik zum Management komplexer Anforderungen an vertrauenswürdige Elektronik. Ziel ist es, messbare Vorgaben und Kriterien für Bauelemente zu definieren, deren Umsetzung nach der Fertigung getestet und nachverfolgt werden kann. Dafür wird in einem weiteren Arbeitsschwerpunkt der Fokus auf Verfahren zur Verifikation von typischem Schaltungs-IP gelegt. Als konkretes Umsetzungsbeispiel wird im Projekt ein vertrauenswürdiger Automotive-Designflow entwickelt.

Als Ergebnis der gemeinsamen Arbeit aller zwölf Wissenschafts- und Wirtschaftspartner des Forschungsprojekts wird eine Handlungsempfehlung für die Elektronikindustrie entstehen, die später standardisiert werden soll und deutlich mehr Transparenz und Nachvollziehbarkeit ermöglicht. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung fördert das Projekt im Rahmen der Leitinitiative »Vertrauenswürdige Elektronik« mit rund 10 Millionen Euro.

 [www.eas.iis.fraunhofer.de/pm-ve-vides](http://www.eas.iis.fraunhofer.de/pm-ve-vides)  
[www.eas.iis.fraunhofer.de/trusted-electronics](http://www.eas.iis.fraunhofer.de/trusted-electronics)

# Quantenwelt: Aus der Forschung in die Anwendung

**Quantenwelt klingt theoretisch? Stimmt! Dennoch holen wir sie am Fraunhofer IIS in die Anwendung. Etwa über Quantencomputer, die deutlich schneller und effizienter sind als bisherige Hochleistungs-Rechenzentren: Wir entwickeln nicht nur die nötige Hardware für die Ansteuerung der Qubits, sondern auch entsprechende Algorithmen – und bringen die Quantencomputer somit einen großen Schritt weiter in Richtung praktischer Anwendung.**

**Wir entwickeln sowohl die nötige Hardware für die Ansteuerung der einzelnen Qubits als auch die Algorithmen.**

Die Quantenwelt ist mit unseren alltäglichen Erfahrungen nicht begreifbar – ja, sie läuft unserer physikalischen Intuition sogar zuwider. Nicht umsonst sagte der Physiker Niels Bohr: »Wer von der Quantentheorie nicht schockiert ist, der hat sie nicht verstanden.« Nutzen jedoch lässt sich die Quantenmechanik für unseren Alltag sehr wohl. So etwa für Quantencomputer: Sie gelten als eine der Schlüsseltechnologien des 21. Jahrhunderts – weltweit arbeiten Forscherinnen und Forscher an deren Entwicklung. Im Gegensatz zu herkömmlichen Computern rechnet der Quantencomputer nicht mit den zwei konkreten Werten Null und Eins, sondern berechnet eine Überlagerung von Lösungen. Aufgrund von Überlagerung, Verschränkung und Interferenz gehen sie die Dinge somit anders an als herkömmliche Computer.

Quantencomputer tragen ein großes Potenzial zur effizienten Lösung beispielsweise von komplexen Optimierungsproblemen, die etwa bei der Fahrplanung der Deutschen Bahn aufkommen. Doch bergen die neuen Hochleistungs-Rechner auch eine Gefahr: Gängige Verschlüsselungen werden sich mit ihnen ebenfalls schnell und leicht knacken lassen. Hier setzt das Gebiet der Quantenkommunikation an, die auch langfristig eine sichere Informationsübertragung erlauben soll. Das Prinzip: Werden Informationen mittels Quantenzuständen übertragen, lässt sich erkennen,

ob jemand mithört. Schaltet sich unerlaubt jemand zu, zerstört er damit den ursprünglichen Quantenzustand und verändert das System – was prompt erkannt wird. Die Quantensensorik wiederum nutzt die Empfindlichkeit von Quantensystemen für Messungen, die um viele Größenordnungen genauer sind als klassische Sensoren, z. B. in der Magnetfeldmessung oder Temperaturmessung.

## Hardware, Algorithmen und Machine Learning

Am Fraunhofer IIS nutzen wir unsere Expertise für beides: Wir entwickeln sowohl die nötige Hardware für die Ansteuerung der einzelnen Qubits als auch die Algorithmen. Dabei denken wir bereits heute in zukünftigen Anwendungen. »Für die Ansteuerung der Qubits nutzen wir die Hochfrequenztechnik«, erläutert Dr. Thorsten Edelhäuser, Leiter der Forschungsplanung am Fraunhofer IIS. Die Anforderungen sind alles andere als ein Pappentier: Die Hochfrequenztechnik muss nicht nur sehr rauscharm, sondern auch für Extremtemperaturen ausgelegt sein – schließlich arbeiten Quantencomputer vielfach bei sehr tiefen Temperaturen, die nur sehr knapp über dem absoluten Nullpunkt liegen. Zusätzlich wird am Fraunhofer IIS auch an einer entsprechenden Ansteuerelektronik gearbeitet, die hochgenaue und phasenreine Signale für



**Am Fraunhofer IIS eröffnen wir der Zukunftstechnologie Quantencomputer einen Weg in die Anwendung.**

sehr viele Kanäle generiert. Über Verfahren des Machine Learnings kann die Signalform optimiert und können Aufgabenstellungen mittels Quantencomputer besser gelöst werden.

Doch wie lassen sich die Potenziale von Quantencomputing auch seitens der Industrie nutzen? Dies untersuchen unsere Forscherinnen und Forscher im BayQS – Bayerisches Kompetenzzentrum Quanten Security and Data Science, das im April 2021 offiziell eröffnet wurde und vom Freistaat Bayern mit insgesamt 17 Millionen Euro gefördert wird. Beteiligt sind auch das Fraunhofer AISEC, das Fraunhofer IKS, die Technische Universität München, die Ludwig-Maximilians-Universität München sowie das Leibniz-Rechenzentrum der Bayerischen Akademie der Wissenschaften. »Wir untersuchen und entwickeln Quantenalgorithmen für relevante Fragestellungen, beispielsweise der Zeitreihenvorhersage, der Verbesserung von Mobilfunkübertragung und -lokalisierung oder in der Auswertung komplexer Sensorik«, erläutert Edelhäuser. Hierfür steht der Fraunhofer-Gesellschaft und ihren Partnern exklusiv ein IBM Q System One Quantencomputer mit 27 Qubits zur Verfügung – das erste System in Europa am deutschen Standort Ehningen. Diesen setzen wir bereits im Projekt »QLindA« des Bundes-

forschungsministeriums ein: Gemeinsam mit der Siemens AG arbeiten wir an der Entwicklung und Erprobung von Quantenalgorithmen für Reinforcement Learning zur Lösung von Problemstellungen – etwa Regelungsoptimierung in der Prozessindustrie, den Einsatz verteilter Automatisierungssysteme in der Smart Factory sowie die Optimierung in der Produktionsplanung.

Im Projekt Munich Quantum Valley (MQV) entwickeln wir mit Partnern – ebenfalls durch den Freistaat Bayern mit insgesamt 300 Millionen Euro gefördert – spezielle Komponenten für leistungsfähigere Quantencomputer, die auf drei verschiedenen Technologien basieren: Supraleitung, Neutralatome und Ionenfallen. »Das interdisziplinäre Team aus verschiedenen Forschungseinrichtungen bündelt die Kompetenzen Bayerns und deckt die gesamte Entwicklung ab, von der Algorithmik über die Elektronik bis zu den eigentlichen Quantensystemen«, sagt Edelhäuser. Kurzum: Am Fraunhofer IIS eröffnen wir der Zukunftstechnologie Quantencomputer einen Weg in die Anwendung.

 [www.iis.fraunhofer.de/quantentechnologien](http://www.iis.fraunhofer.de/quantentechnologien)



## Kontakt

**Dr. Thorsten Edelhäuser**  
Leiter Forschungsplanung

Telefon +49 9131 776-1070  
thorsten.edelhaeusser@iis.fraunhofer.de

# Mit dem Fraunhofer IIS auf dem Weg zur digitalen Souveränität Europas

Die Entwicklung von Technologien, Dienstleistungen und Standards, bei denen europäische Werte eine hohe Priorität haben, ist für uns sehr wichtig. So machen wir Europa unabhängiger von anderen globalen Playern und stärken die europäische Wettbewerbsfähigkeit. Zudem sichern wir die Resilienz kritischer Infrastrukturen und ermöglichen selbstbestimmtes Handeln. Im Folgenden nehmen die drei Institutsleiter Stellung zu Fragen der digitalen Souveränität.



**Prof. Dr. Alexander Martin**  
Institutsleiter Fraunhofer IIS

## Wo liegen die Stärken Europas bei der Digitalisierung?

**Alexander Martin:** Europa orientiert sich beispielsweise mit der europäischen Datenstrategie daran, Daten innovativ, verantwortungsvoll und gemeinwohlorientiert zu nutzen. Am Fraunhofer IIS entwickeln wir digitale Technologien, denen europäische Werte und Regelungen wie z. B. Datensicherheit, Transparenz, Nachhaltigkeit und EU-Rechtsstandards zugrunde liegen. Solche Regularien erfordern im ersten Schritt Zeit und bedachte Planung, steigern aber auf lange Sicht das Vertrauen in die Digitalisierung.

## Sind Digitalisierung und Nachhaltigkeit ein Traumpaar?

Digitalisierung trägt natürlich zunächst zu einer Erhöhung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes bei. Digitalisierung kann aber auch helfen, Nachhaltigkeit zu fördern. Wir gestalten den gesamten Lebenszyklus unserer Technologien umwelt- und ressourcenschonend. So entwickeln wir z. B. energieeffiziente Elektronik und Rechner-Hardware (Green ICT) und forschen an datensparsamen und energieeffizienten Algorithmen für Signalverarbeitung und KI. Wir betrachten Daten wie einen wertvollen Rohstoff und sorgen dafür, dass ihre Erzeugung, Übertragung und Speicherung energieeffizient ablaufen kann (eResourcing).

So helfen unsere Lösungen, Partnern und Kunden stets Auskunft über ihre aktuellen Kennzahlen geben zu können – etwa für die Nachhaltigkeitsberichterstattung – und im ökonomischen, ökologischen und sozialen Sinne nachhaltiger zu wirtschaften.



**Prof. Dr. Bernhard Grill**  
Institutsleiter Fraunhofer IIS

## Auch bei unseren Entwicklungen im Bereich Sprachtechnologien geht es um Datensouveränität. Womit beschäftigt sich das Fraunhofer IIS hier genau?

**Bernhard Grill:** Bereits seit über 20 Jahren beschäftigen wir uns mit Sprachtechnologien. Angefangen bei der Entwicklung der AAC-Kommunikationscodecs und des Standards EVS, der verpflichtender Sprachcodec im 5G-Netz ist, bauen wir heute unsere Aktivitäten in Richtung Sprachsignalverarbeitung und Sprachassistenzsysteme aus. Eine zentrale Komponente ist das Projekt SPEAKER, das vom Bundeswirtschaftsministerium im Rahmen des KI-Innovationswettbewerbs gefördert wird. Unter der Leitung des Fraunhofer IIS und des Fraunhofer IAIS entwickeln die Konsortialpartner eine deutsche Sprachassistenzplattform, die den Anwendern Datenhoheit garantiert.

## Was ist das Ziel dieser deutschen Sprachassistenzplattform?

Ziel ist es, Infrastruktur, Technologiebausteine und Standards für sprachgesteuerte Dialogsysteme für den Business-to-Business-Einsatz bereitzustellen, die den europäischen Standards der Datensicherheit entsprechen. Ob Gesundheitssektor, Finanzwesen oder Industrie: Solche Sprachassistenten bieten für viele Unternehmen wichtige Zukunftsperspektiven.

Setzt ein Unternehmen heute einen fertigen Sprachassistenten zur Arbeiterleichterung ein, bekommt es leider häufig eine »Black Box«, bei der völlig unklar ist, wo die Sprachaufnahmen gespeichert werden, wie und wo die Daten verarbeitet



werden und wer eventuell sonst noch Zugriff auf teils sensible Informationen erhält.

Als Erweiterung zu SPEAKER entsteht im Forschungsprojekt »OpenGPT-X« ein großes und damit leistungsfähiges KI-Sprachmodell für Europa. Mit OpenGPT-X werden intelligente Sprachanwendungen geschaffen, die Unternehmen europaweit über die dezentrale Cloudlösung GAIA-X zur Verfügung stehen. Das Bundeswirtschaftsministerium fördert das Projekt, das vom Fraunhofer IAIS und vom Fraunhofer IIS geleitet wird. Zusätzliche Komponenten der Sprachverarbeitung werden in dem vom Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie geförderten Zentrum für Digitale Signalverarbeitung mittels Künstlicher Intelligenz (DSAI) entwickelt (siehe S. 70).



**Prof. Dr. Albert Heuberger**  
geschäftsführender  
Institutsleiter Fraunhofer IIS

## Nicht zuletzt gilt es, in der technologischen Souveränität insgesamt und speziell im Bereich der Mikroelektronik voranzukommen. Was tragen das Fraunhofer IIS und die Fraunhofer-Gesellschaft dazu bei?

**Albert Heuberger:** In der Mikroelektronik liegen die Stärken Deutschlands und Europas vor allem in den Bereichen Chip-Design, Photonik, Packaging sowie in der Leistungselektronik. Das Fraunhofer IIS und die Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD) leisten hier wichtige Beiträge in der Forschung, beim Design, bei der Unterstützung von Partnern bei Small Volume Production und bei der Entwicklung von Elektroniksystemen. Wir wollen auf EU-Ebene und nationaler Ebene in neuen Programmen für Forschung und Infrastrukturen für die Mikroelektronik dazu beitragen, langfristig wieder mehr Souveränität zu gewinnen.

## Wie gelingt es konkret, der Industrie den Zugang zur Mikroelektronik zu erleichtern?

Wir unterstützen unsere Auftraggeber bei der Entwicklung von Schaltungen bis hin zu kompletten Elektroniksystemen und versorgen sie mit unserer Virtual Foundry auch mit Chip-Prototypen und kleinen Stückzahlen. Für Test und Erprobung kann unsere leistungsfähige Infrastruktur genutzt werden. Über unser Leistungszentrum Elektroniksysteme machen wir Technologien direkt für unsere Kunden verfügbar.

## Welche Stärken kann Fraunhofer hier einbringen?

Verlässlichkeit von Mikroelektronik wird immer wichtiger, da wir uns als Gesellschaft immer stärker auf Elektroniksysteme verlassen. In einer international arbeitsteiligen Fertigung von Mikroelektronik ist der Zugang der Industrie zu vertrauenswürdiger Elektronik erschwert. Dieser Zugang wird aber in der Zukunft eine wichtige Rolle für innovative Produktentwicklungen und deren Vermarktung spielen. Wir bündeln die Kräfte von Fraunhofer in diesem Bereich im bayerischen Zentrum für vertrauenswürdige Elektronik – Trusted Electronic Bayern (TrEB).

## Welche Rolle spielen der Nachwuchs und die Ausbildung in diesem Zusammenhang?

Souveränität bedeutet auch die Kompetenz, wesentliche Teile einer komplexen Technologie zu beherrschen und solche Fähigkeiten für unsere Auftraggeber vorzuhalten. Dafür brauchen wir die besten Köpfe. Zum Beispiel für die Entwicklung von Halbleiter-Chips bilden wir Spezialkräfte für angewandtes Chip-Design aus. Sie arbeiten am Fraunhofer IIS unter sehr guten Bedingungen an Basistechnologien für die Digitalisierung wie Künstlicher Intelligenz oder Funkkommunikation.

# Die Zukunft nachhaltig gestalten

## Wissenschaftliche Begleitung für den Wandel zur Nachhaltigkeit

Die Nachhaltigkeitswende erfolgreich zu gestalten ist eine, wenn nicht die zentrale Aufgabe unseres Jahrzehnts – in Deutschland, Europa und weltweit. Das Fraunhofer IIS setzt seine spezifischen Kompetenzen auf dem Gebiet der Digitalisierung ein, um Umweltschutz, wirtschaftliche Leistungsfähigkeit und soziale Verantwortung zu ermöglichen. Denn wir sind überzeugt: **Die Digitalisierung ist ein mächtiger Hebel für mehr Nachhaltigkeit.**

Wenn beide Entwicklungen, die fortschreitende Digitalisierung und die stärkere Ausrichtung an Nachhaltigkeitszielen, ineinandergreifen, können wir einen enormen Impact für unsere Wirtschafts- und Arbeitswelten erreichen. Wir schaffen Grundvoraussetzungen, indem wir im Bereich ressourcenschonende Elektronik (Green ICT) Hardware entwickeln, die besonders energiesparsam arbeitet. Low- bis Zero-Power-Lösungen werden hier angestrebt. Außerdem nutzen wir unsere Kompetenz entlang des gesamten Datenlebenszyklus, von der Sensorik für die Datenaufnahme über die Datenanalyse bis hin zur Datenverwertung, um Prozesse zu verschlanken und den Ressourcenverbrauch in Anwendungsfeldern wie Produktion, Landwirtschaft, Logistik oder öffentlichem Nahverkehr zu minimieren. Zudem erforschen wir unter dem Stichwort eResourcing die Fragen des Datenrecyclings. Unsere

natürlich-sprachlichen Kommunikationssysteme werden helfen, Geschäftsreisen zu reduzieren. In Projekten wie »Virtual LiVe« wird an Konzepten gearbeitet, um Veranstaltungen realitätsnah zu Hause erleben zu können. Auch die Verbesserung der sozialen Nachhaltigkeit in Betrieben, wie z. B. Arbeits- und Nutzungsumgebungen der Mitarbeitenden, nehmen wir mit unseren Kompetenzen in den Blick.

Als Organisation und Arbeitgeber sind wir uns unserer Corporate Responsibility sehr bewusst. Die gesamte Fraunhofer-Gesellschaft wird bis zum Jahr 2030 klimaneutral wirtschaften. Darüber hinaus haben wir verschiedene Handlungsfelder in Forschung und Verwaltung identifiziert. Dort arbeiten wir gemeinsam mit allen Mitarbeitenden daran, dass unsere Entscheidungen ökonomische, ökologische und soziale Belange berücksichtigen und verantwortungsbewusst zusammenführen.

 [www.iis.fraunhofer.de/nachhaltigkeit](http://www.iis.fraunhofer.de/nachhaltigkeit)

**Prof. Dr. Albert Heuberger**  
**Prof. Dr. Bernhard Grill**  
**Prof. Dr. Alexander Martin**



**Sylvie Couronné**  
Senior Engineer

## Green ICT – nachhaltige Informations- und Kommunikationstechnik

Ressourceneffizienz und Nachhaltigkeit spielen in der Mobilkommunikation und im Internet of Things (IoT) eine immer wichtigere Rolle. Mit dem Green ICT Hub des Fraunhofer IIS wollen wir die Kompetenzen von zwölf Fraunhofer-Instituten bündeln, um mit neuen Technologien wie intelligenten Sensorplattformen, Edge Computing oder KI energieeffiziente IoT-Systeme zu realisieren. Mit der systematischen Umweltbewertung von ICT-Ökosystemen als Angebot für die Wirtschaft beabsichtigen wir den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck über sogenanntes Hardware Ecodesign zu reduzieren und eine nachhaltige Digitalisierung voranzutreiben. Die Energieaufnahme von Komponenten soll im Betrieb sowie im Ruhezustand so gestaltet sein, dass Batterieleistung eingespart wird, z. B. mittels Energy Harvesting, Wake-up-Modulen und der angepassten Verteilung der Datenverarbeitung entlang der gesamten ICT-Kette. Als aktive Wassersportlerin sind Meeresverschmutzung und das Abschmelzen der Pole treibende Auslöser für mich, aus meiner Fachdisziplin heraus, einen Beitrag für den Klimaschutz zu leisten.



**Alexander Ennen**  
Abteilungsleiter

## Recycling mit Röntgentechnik

Für mich ist es immer wieder beeindruckend, wie umfangreich Röntgenstrahlung eingesetzt werden kann und welche Disziplinen wir mit ihrer Hilfe unterstützen können. Die Röntgentechnik hilft uns z. B. dabei, Gefahrstoffe im Recyclingprozess eindeutig von anderen darin befindlichen Wertstoffen zu unterscheiden. Bleihaltige Legierungen oder behandeltes und dadurch verunreinigtes Holz können wir durch die Unterschiede in der Materialdichte beispielsweise sehr gut detektieren. Diese Stoffe müssen vor dem Recyclingprozess zuverlässig aussortiert werden, um zu verhindern, dass der restliche aufzubereitende Wertstoff durch diese kontaminiert und dadurch für eine umweltfreundliche Wiederaufbereitung unbrauchbar wird. Als Fraunhofer-Forscher ist es für mich ein doppelter Gewinn, wenn meine Arbeit nicht nur zu neuen Erkenntnissen für die Wissenschaft und unsere Partner aus der Industrie führt, sondern gleichzeitig auch einen Schritt hin zu mehr Nachhaltigkeit für uns als Gesellschaft bedeutet.



**Susanne Sczogiel**  
Research Associate

## Mitarbeiterzentrierung für eine soziale Organisationsentwicklung

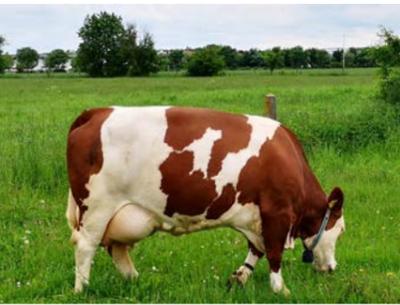
Digitalisierung erweitert die Handlungsmöglichkeiten und verbessert die Lebensqualität des Menschen. Dazu müssen Lösungen entwickelt werden, die den Menschen in den Mittelpunkt stellen, ihn qualifizieren, motivieren und einbinden. Das verstehen wir unter sozialer Nachhaltigkeit. Mithilfe datenbasierter Methoden, u. a. aus der Verhaltens- und Sozialforschung oder der mathematischen Optimierung, analysieren und optimieren wir deshalb Prozesse, Arbeits- und Nutzungsumgebungen aus der Perspektive des Menschen – in Unternehmen, aber auch im öffentlichen Raum. Wir nutzen z. B. Co-Kreation-Ansätze in öffentlichen Innovation-Labs, um alle relevanten Gesellschaftsgruppen bei der Entwicklung innovativer neuer Lösungen einzubinden. Wir untersuchen, was Mitarbeitende brauchen, um mit neuen Technologien gesund und motiviert arbeiten zu können. Mit Mathematik und Analytics können Arbeitsabläufe sozialer organisiert werden, z. B. durch Software, die den Einsatz von Mitarbeitenden so plant, dass nicht nur Zeit gespart, sondern auch Monotonie vermieden wird. All das macht Menschen zufrieden. Und das ist, was mich auch persönlich motiviert.



**Julia Rupprecht-Hein**  
stellvertretende Gruppenleiterin

## Corporate Responsibility

Unter dem Titel »Nachhaltigkeit am Fraunhofer IIS« befassen wir uns mit unserer Verantwortung und unseren Zielen als Organisation und Arbeitgeber: unserer Corporate Responsibility. Wir haben ein Team zusammengestellt und unser Institut anhand des Leitfadens »LeNa – Nachhaltigkeitsmanagement in außeruniversitären Forschungsorganisationen« evaluiert. Wir konnten eine gute Bilanz ziehen: In zahlreichen Handlungsfeldern sind wir gut bis sehr gut aufgestellt. Aber wir möchten noch besser werden. Daher entwickeln wir in Abstimmung mit der Institutsleitung partizipative Formate, an denen alle Mitarbeitenden mitwirken und Ideen zum Thema – z. B. klimafreundliche Mobilität – einbringen können. Mir persönlich ist das Thema Nachhaltigkeit sehr wichtig. Es begeistert mich, wie beherzt Fraunhofer hier vorangeht. Es liegt in unserer Verantwortung, unseren Kindern und Enkelkindern eine Welt zu hinterlassen, in der sie gut, in Frieden und gesund leben können.



## IoT für Smart Cities und Smart Agriculture

### Zukunftsweisende Zusammenarbeit im Kompetenznetzwerk FutureIoT

Das von der Bayerischen Forschungsstiftung für drei Jahre geförderte Forschungsprojekt »FutureIoT« ist abgeschlossen. Ziel des seit 2018 von einem Verbund aus wissenschaftlichen Einrichtungen und Firmen mit insgesamt 40 Partnern betriebenen Vorhabens war die Suche nach innovativen Lösungen für die Nutzung des Internet of Things (IoT) in Städten und auf dem Land. Technologien aus dem Bereich der Kommunikation, Sensorik, Lokalisierung und Informationssicherheit sowie IoT-Plattformen wurden dafür intelligent vernetzt.

### mioty® befördert Daten

Einen Beitrag zum Gelingen des Projekts leistete unser IoT-Sendernetzwerk mioty®. Mit der drahtlosen Übertragungstechnologie wurden kontinuierlich Daten von hoch reagiblen Sensoren über weite Distanzen zusammengeführt und umfassend ausgewertet. Auf diese Weise können Prozesse und Zustände überwacht, kontrolliert und gesteuert werden.

Durch die Anwendung unterschiedlicher Arten von Sensoren war der Einsatz der vernetzten Technologien breit gefächert. Intelligente Lösungen wurden sowohl für Städte als auch für die Landwirtschaft entwickelt. Beschleunigungssensoren ermitteln das Verhalten von Rindern auf der Weide und ermöglichen, verknüpft mit zahlreichen Umgebungsparametern, Rückschlüsse auf die Tiergesundheit. Basierend auf den erhobenen Datensätzen wurden maschinelle Lernmodelle für die Verhaltensweisen Liegen, Grasens und Wiederkäuen entwickelt.

Bodensensoren prüften die Feuchte und den Stickstoffgehalt des Ackerbodens zur Optimierung der Düngung und des Pflanzenwachstums. Unter anderem wurde hier ein neuer Bodensensor in Zusammenarbeit mit einem Start-up-Verbundpartner entwickelt, der mittlerweile im kommerziellen Einsatz ist.

Luftsensoren, auf Stadtbussen aufgebracht, erfassten kontinuierlich die Schadstoffbelastung. Langfristig sollen die Daten zu einem verbesserten Umweltmanagement beitragen. Eine leicht verfügbare und präzise Überwachung des Innenraumklimas wurde bei mehreren Verbundfirmen vor Ort realisiert.

Auch die Belegung von innerstädtischen Parkplätzen wurde über spezielle Sensoren gemessen. Auf diese Weise könnten Parkplatzsuchenden freie Abstellbereiche angezeigt werden.

### Ein starkes Netzwerk für die Zukunft

Das erfolgreiche Kompetenznetzwerk will auch zukünftig zur Weiterentwicklung der Plattform als Alumni-Netzwerk zusammenarbeiten. Weitere wissenschaftliche Fragestellungen stehen schon in der Warteschleife, Industriepartner und Verbundpartner in den Startlöchern. Fest steht: Vernetzten Lösungen, die einen direkten Nutzen für Menschen und Umwelt hervorbringen, gehört die Zukunft!

[www.futureiot.de](http://www.futureiot.de)

[youtu.be/wzFbHTxeHd4](https://youtu.be/wzFbHTxeHd4)



oben:  
Beschleunigungssensoren, die an einem Halsband angebracht wurden, geben Aufschluss über Bewegungsmuster der Tiere sowie ihr individuelles Verhalten.

Mitte:  
Sensoren auf Bussen und an Bushaltestellen der Bamberger Stadtwerke Verkehrs- und Park GmbH ermitteln kontinuierlich die Schadstoffbelastung der Luft.

unten:  
Eine sensorgestützte Bodenanalyse liefert Daten zur Bodenfeuchte und -temperatur.

## KI wird mit gezielt eingebautem Vorwissen noch schlauer

### Neue Forschungsgruppe »Operator-basiertes Lernen« geht aus »Fraunhofer Attract«-Programm hervor

Am Fraunhofer-Entwicklungszentrum Röntgentechnik EZRT des Fraunhofer IIS wurde eine neue Gruppe »Operator-basiertes Lernen« eingerichtet. Die Forschungsgruppe ging aus dem Programm »Fraunhofer Attract« hervor, welches externen Bewerberinnen und Bewerbern die Möglichkeit bietet, eigene Ideen als Forschungsthemen an einem Fraunhofer-Institut einzubringen.

### KI in der Bildrekonstruktion

Dank Maschinellen Lernen können wir viele Aufgaben bedeutend effizienter und zielführender bewältigen. Die selbstlernenden Systeme greifen dabei auf eine riesige Datenbank aus bestehendem Wissen für ihre Aufgabe zurück und »konditionieren« sich selbst, um immer bessere Ergebnisse auszuarbeiten.

Sehr gut lässt sich diese Künstliche Intelligenz (KI) bei der Bildrekonstruktion in der Röntgenbildgebung einsetzen. Beim Röntgen treten vor allem beim Einsatz höherer Energien oder als Folge spezieller Randbedingungen ungewollte Bildartefakte in den Rekonstruktionsergebnissen auf. Ein Nebeneffekt, der die Qualität der Daten mindert, jedoch mit herkömmlichen Methoden nicht zu vermeiden ist. Ein selbstlernender Algorithmus, welcher die Effekte einer solchen ungewollten Struktur erkennt und unter Beachtung von physikalischen und mathematischen Gegebenheiten korrigieren kann, wäre ein Qualitätssprung für die zerstörungsfreie Prüfung.

### Forschungsthema Known Operator Learning

Eine der Kernaufgaben des neuen Teams um Gruppenleiter Prof. Dr. Andreas Maier wird es sein, der Herausforderung der sogenannten Black Box zu begegnen. Darunter versteht man die methodisch bedingte Eigenschaft eines

Deep-Learning-basierten KI-Ansatzes, bei welchem für den Menschen nicht nachvollziehbar ist, wie die Entscheidungswege der KI aussehen und wie diese zu ihrem Ergebnis kommt. Folglich kann der Mensch nur schwer Fehlerursachen erkennen und korrigieren. »Trainiert man eine KI beispielsweise anhand zahlreicher CT-Scans des menschlichen Körpers, so wird diese beginnen, bestimmte Körperstrukturen auch in andere Gebilde hineinzudeutieren, welche dort nicht existieren. Das darf nicht passieren«, erläutert Professor Andreas Maier, der an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg den Lehrstuhl für Mustererkennung innehat.

Um diese Problematik zu lösen, implementieren die Forschenden bestimmtes »Vorwissen« in die KI, damit diese die Plausibilität ihrer Arbeit selbstständig bewerten kann. Dies kann z. B. physikalisches Grundverständnis, Objektvorwissen wie CAD-Daten oder Materialdaten oder auch klassische Signalverarbeitung sein. Ein solcher bekannter Zusammenhang wird als »Known Operator« bezeichnet. Sein Einsatz in der KI zwingt diese quasi dazu, nur solche Lösungen zu finden, welche das physikalisch-mathematische Vorwissen korrekt wiedergeben.

### Erschließung neuer Anwendungsbereiche

Das mittelfristige Ziel der neuen Forschungsgruppe ist es, diese Ansätze aus der KI-Forschung mit anderen Projekten am Fraunhofer IIS zu koppeln, um so Synergien für zuverlässigere Bilderinterpretation in der zerstörungsfreien Prüfung und auch für Anwendungsbereiche der Inline-Prüfung bereitzustellen. »Unsere Erkenntnisse möchten wir anderen Projektgruppen institutsweit kooperativ zur Verfügung stellen, um so gemeinsam neue Anwendungsbereiche zu erschließen. Auch Lizenzierungsmodelle der Technologie für unsere externen Partner sind für die Zukunft angedacht«, fasst Maier zusammen.



Unsere Erkenntnisse möchten wir anderen Projektgruppen institutsweit kooperativ zur Verfügung stellen, um so gemeinsam neue Anwendungsbereiche zu erschließen. Auch Lizenzierungsmodelle der Technologie für unsere externen Partner sind für die Zukunft angedacht.«

**Prof. Dr. Andreas Maier**  
Gruppenleiter Operator-basiertes Lernen

## Neues Zentrum für Künstliche Intelligenz in der digitalen Signalverarbeitung (DSAI)

### Erlangen soll Leuchtturm der bayerischen KI-Forschung werden

Künstliche Intelligenz (KI) bietet eine ganze Palette neuer Lösungsansätze in der digitalen Signalverarbeitung. Zu deren systematischer Entwicklung wurde im Jahr 2020 ein neues Zentrum gegründet, das vom Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie mit 13 Millionen Euro auf fünf Jahre als Leuchtturmprojekt gefördert wird. Unter der Leitung von Dr. Frederik Nagel werden in vier Arbeitsfeldern verschiedene KI-gestützte Basistechnologien entwickelt, die zur Beratung und Lizenzierung sowie langfristig für kundenspezifische Lösungen zur Verfügung stehen. Audiosignalverarbeitung, Natural Language User Interface (NLUI), Computer Vision und Datenübertragung profitieren vom Einsatz von KI und Maschinellem Lernen und bauen unseren internationalen Vorsprung in der Signalverarbeitung weiter aus.

### Audioqualität und Spracherkennung

Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer einer Videokonferenz sind genervt. Ständig tippt jemand nebenbei auf der Tastatur und stört mit dem Geklapper alle anderen. »Mit den Methoden der Künstlichen Intelligenz sind wir zukünftig in der Lage, Sprachsignale so zu verändern, dass sie ohne Störgeräusche und fast ohne Einbußen in der Audioqualität zu verstehen sind«, stellt Dr. Frederik Nagel nicht nur den zukünftigen Teilnehmenden an Online-Konferenzen, sondern auch für andere Anwendungsbereiche in Aussicht. Beim Fernsehens schauen können KI-basierte Verfahren

Hintergrundgeräusche und Dialoge deutlich voneinander trennen und die Zuschauerinnen und Zuschauer können deren jeweilige Lautstärke individuell anpassen. Zudem forschen die Expertinnen und Experten im Bereich Audiosignalverarbeitung auch an Sprachassistenten für eine sichere Kommunikation etwa mit Banken und Versicherungen, bei denen die Daten innerhalb Deutschlands bleiben.

### Bildverarbeitung und Kommunikation

Müssen sich Online-Kunden derzeit noch mit einer herkömmlichen, zweidimensionalen Abbildung von E-Commerce-Artikeln zufriedengeben, wird zukünftig unter Einsatz der neuen KI-Methodik eine 360-Grad-Aufnahme detaillierte Auskunft über die Beschaffenheit der Ware liefern. »In der Bildverarbeitung erwarten wir neue Lösungen zur effizienten Generation von virtuellen Szenen aus Einzelbildern«, kündigt der Abteilungsleiter an, »und wenn Sie sich in Zukunft nicht mehr über schlechte Netzabdeckung und geringe Robustheit der Übertragung ärgern werden, wird das zu einem Teil an der Verbindung von KI und Signalverarbeitung in Kommunikationssystemen liegen.« Seit Langem sind drahtlose Übertragungssysteme ein Kerngebiet der Fraunhofer-Forschung. Deren Einsatz bei gemeinsamen Funksystemen für Kommunikation und Radarsensing kann zu einer optimierten Ressourcenallokation beitragen und damit wertvolle Energie einsparen.

[www.iis.fraunhofer.de/dsai](http://www.iis.fraunhofer.de/dsai)

»Mit den Methoden der Künstlichen Intelligenz sind wir zukünftig in der Lage, Sprachsignale so zu verändern, dass sie ohne Störgeräusche und fast ohne Einbußen in der Audioqualität zu verstehen sind.«

**Dr. Frederik Nagel**  
Abteilungsleiter AudioLabs-IIS

## Das Leistungszentrum Elektroniksysteme (LZE)

Das Leistungszentrum Elektroniksysteme (LZE) ist eine gemeinsame Initiative der Fraunhofer-Gesellschaft, ihrer Institute Fraunhofer IIS und Fraunhofer IISB und der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU)

In Zusammenarbeit mit ausgewählten Partnern aus der Industrie agiert das Leistungszentrum als strategische Kooperationsplattform. Dabei liegt der Fokus vor allem auf produktnahem Transfer und Verwertung sowie exzellenter anwendungsnaher Forschung zu modernsten Elektroniksystemen.

Anfang 2021 startete hierzu das »KMU-Springboard LZE« mit dem Ziel, eine KMU-Transferplattform für Zukunftstechnologien im Bereich Elektroniksysteme aufzubauen, um die speziellen Anforderungen der Kooperation mit KMU zu erfüllen. Vonseiten des Fraunhofer IIS waren wir mit zwei Teilprojekten beteiligt.

So haben wir uns im ersten Teilprojekt »XRAY4KMU« der Entwicklung neuartiger, digitaler und optimierter Prozesse für Röntgendienstleistungen in unserem Bereich Entwicklungszentrum Röntgentechnik EZRT gewidmet. Wir erleichtern dadurch KMU den Einstieg in diese Thematik und vereinfachen die Nutzung dieser Dienstleistungen gerade in dieser Kundengruppe.

Daneben erfordern viele Innovationen im Bereich des industriellen Internets der Dinge (IIoT) neuartige Kommunikations-Lösungen. Auch hier ist die Schwelle für KMU sehr hoch. Im Projekt »IIOT4KMU« wurden zusammen mit Industriepartnern gemeinsame Schnittstellen geschaffen, damit Projekte schneller und effizienter umgesetzt werden können. Komponenten, die noch nicht von Industriepartnern verfügbar sind, wurden entwickelt und über die Vermarktungsmöglichkeiten des LZE bereitgestellt. Durch diese Maßnahmen ist es möglich, KMU den Schritt zu modernen IIoT-Lösungen erheblich zu erleichtern.

Auch wenn die Projektlaufzeit des »KMU-Springboard LZE« am 31. Dezember 2021 endete, stehen bereits neue Projekte in den

Startlöchern. 2022 beginnt am LZE die nächste Projektphase, die bis 2024 laufen wird.

[www.lze.bayern](http://www.lze.bayern)



oben:  
Im Projekt »IIOT4KMU« wurden standardisierte Schnittstellen und universelle Komponenten entlang der IIoT-Prozesskette erstellt, die nach dem Baukastenprinzip miteinander vernetzt werden können.

unten:  
Mithilfe der Röntgenuntersuchung wurde u. a. ein Cello des legendären Geigenbauers Antonio Stradivari untersucht, um Restaurierungsarbeiten am Klangkörper des seltenen Instruments evaluieren zu können.



# Impressum

---

## Herausgeber

Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS  
Prof. Dr. Albert Heuberger  
Prof. Dr. Bernhard Grill  
Prof. Dr. Alexander Martin

Am Wolfsmantel 33  
91058 Erlangen  
Telefon +49 9131 776-0  
info@iis.fraunhofer.de  
www.iis.fraunhofer.de

## Redaktion

Agnes Pelzl (Leitung), Thoralf Dietz, Saskia McDonagh,  
Patricia Petsch

## Redaktionelle Mitarbeit

Dr. Janine van Ackeren, Andrea Auner, Christine Broll,  
Sylvie Couronné, Dr. Katja Engel, Alexander Ennen,  
Mandy Garcia, Simon Hagen, Syndia Ioannidou, Thomas Kestler,  
Matthias Krempf, Sandra Kundel, Yvette Kunze, Jan Plogsties,  
Angela Raguse-Föbel, Daniela Rembor, Julia Rupprecht-Hein,  
Susanne Sczogiel, Tim Schröder, Diana Staack-Tettling,  
Dr. Bettina Williger, Claudia Wutz

## Layout und Produktion

Claudia Matthias

## Lektorat

Eva Bachmann/Redaktionsbüro Bachmann, Thoralf Dietz

## Druck

Nova Druck Goppert GmbH

## Kontakt

Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS  
Unternehmenskommunikation  
Am Wolfsmantel 33  
91058 Erlangen  
Telefon +49 9131 776 -1631  
presse@iis.fraunhofer.de

## Bildquellen

Titelbild, Seite 14: Baldauf&Baldauf Fotografie  
Vorwort, Seite 13 (rechts), 65: Fraunhofer IIS, Peter Roggenthin  
Seite 6–8: Fraunhofer, Piotr Banczerowski

Seite 10: Fraunhofer IIS, Karoline Glasow

Seite 11, 28–31, 36 (Vordergrund), 42 (Vordergrund),  
54–55 (Vordergrund), 66, 67 (Mitte, unten), 71 (unten):  
Fraunhofer IIS, Paul Pulkert

Seite 13 (oben): Fraunhofer IIS, Christina Müller

Seite 13 (Mitte links): Fraunhofer IIS, Jakob Wagenbrenner

Seite 13 (Mitte rechts), 67 (oben): Fraunhofer IIS, Valentin  
Havenstein-Schilling

Seite 23: Fraunhofer IAF

Seite 32: (Hintergrund) Adobe Stock, William; Adobe Stock, xyz+

Seite 33: Adobe Stock, zapp2photo

Seite 36 (Hintergrund): Adobe Stock, diego mariottini/EyeEm

Seite 41: just imagine, Thomas Benz

Seite 42 (Hintergrund): Adobe Stock, Andrian

Seite 43 (oben): Adobe Stock, Liz

Seite 46: Fraunhofer IIS, Udo Rink

Seite 47 (links): Fraunhofer IIS, Bianca Möller

Seite 48, 50–51: European Synchrotron Radiation Facility (ESRF)

Seite 52: Strube D&S GmbH

Seite 54–55 (Hintergrund): Adobe Stock, slavun

Seite 56–57: Fraunhofer IIS, hl-studios

Seite 58: Fraunhofer FOKUS, Paul Hahn

Seite 63: Fraunhofer-Gesellschaft

Seite 68 (oben): Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL)

Seite 68 (Mitte): Hochschule Coburg

Seite 68 (unten): Fraunhofer IISB

Seite 71 (oben): Fraunhofer IIS, Stefan Ereth

Alle übrigen Abbildungen: © Fraunhofer IIS

Alle Rechte vorbehalten.

Vervielfältigung und Verbreitung nur mit Genehmigung der  
Redaktion.

## Berichtszeitraum

1. Januar 2021 bis 31. Dezember 2021

© Fraunhofer IIS

Erlangen, Februar 2022

 facebook.com/FraunhoferIIS

 @FraunhoferIIS

 linkedin.com/company/fraunhofer-iis

 xing.com/companies/fraunhoferiis

 youtube.com/user/FraunhoferIIS

## Das Fraunhofer IIS im Profil

---

Das Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS mit Hauptsitz in Erlangen betreibt internationale Spitzenforschung für mikroelektronische und informationstechnische Systemlösungen und Dienstleistungen. Es ist heute das größte Institut der Fraunhofer-Gesellschaft.

Die Forschung am Fraunhofer IIS orientiert sich an den zwei Leitthemen »Audio und Medientechnologien« und »kognitive Sensorik«.

Audio und Medientechnologien des Fraunhofer IIS prägen seit über 30 Jahren die Audio- und Filmindustrie: angefangen bei mp3 und AAC bis hin zur vierten Generation mit MPEG-H Audio, LC3/LC3plus und xHE-AAC, die in allen neuen Mobiltelefonen sowie bei Serviceangeboten von weltweit führenden Musik- und Video-Streaming-Diensten zu finden ist. Auch an der Digitalisierung des Kinos war das Institut maßgeblich beteiligt.

Seit über 20 Jahren beschäftigt sich das Fraunhofer IIS zudem mit Sprachtechnologien. Der EVS-Standard, der verpflichtend für alle 5G-Sprachdienste ist, wurde hier maßgeblich entwickelt. Heute werden die Aktivitäten in Richtung Sprachsignalverarbeitung und Sprachassistenzsysteme ausgebaut.

Im Zusammenhang mit »kognitiver Sensorik« erforscht das Institut Technologien für Sensorik, Datenübertragungstechnik, Datenanalysemethoden sowie die Verwertung von Daten im Rahmen datengetriebener Dienstleistungen und entsprechender Geschäftsmodelle. Damit wird die Funktion des klassischen »intelligenten« Sensors um eine kognitive Komponente erweitert. Die Forschungsergebnisse finden Anwendung in der vernetzten Mobilität, in Kommunikations- und Anwendungslösungen für das Internet der Dinge, in der Digitalisierung der menschlichen Wahrnehmung (Human Sensing), im Produkt- und Materialmonitoring sowie in Business Analytics in Versorgungsketten (Supply Chains).

Mehr als 1100 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter arbeiten in der Vertragsforschung für die Industrie, für Dienstleistungsunternehmen und öffentliche Einrichtungen. Das 1985 gegründete Institut hat 14 Standorte in 10 Städten: in Erlangen (Hauptsitz), Nürnberg, Fürth und Dresden sowie in Ilmenau, Bamberg, Waischenfeld, Würzburg, Deggendorf und Passau. Das Budget von 191 Millionen Euro pro Jahr wird bis auf eine Grundfinanzierung in Höhe von 19 Prozent aus der Auftragsforschung finanziert.

Stand: Januar 2022



[www.iis.fraunhofer.de](http://www.iis.fraunhofer.de)

Die Organisationseinheiten der einzelnen Standorte finden Sie im Organigramm auf den Seiten 18 und 19.

### Fraunhofer IIS Magazin

---

In unserem Online-Magazin können Sie die Themen aus dem Jahresbericht das ganze Jahr über weiter verfolgen. Sie finden hier aktuelle Interviews mit Forschenden und Führungskräften, Berichte über technische Neuheiten und Erfolge sowie Filme, Podcasts und Animationen zu den aktuellen Themen aus unserem Institut.



[www.iis.fraunhofer.de/magazin](http://www.iis.fraunhofer.de/magazin)

### Titelbild

Der Neubau des Instituts-  
teils Entwicklung Adaptiver  
Systeme EAS des Fraunhofer IIS  
in Dresden wurde 2021 fertig-  
gestellt. Das Gebäude, das  
auf einer 4300 Quadratmeter  
großen Nutzfläche nahe der  
TU Dresden entstand, ist mit  
Laborflächen ausgestattet, die  
zahlreiche Test- und Experi-  
mentiermöglichkeiten bieten.  
Energetisch wurde ein Konzept  
der Nachhaltigkeit verfolgt.

## Fraunhofer IIS

Das Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS in Erlangen ist eine weltweit führende anwendungsorientierte Forschungseinrichtung für mikroelektronische und informationstechnische Systemlösungen und Dienstleistungen. Es ist heute das größte Institut der Fraunhofer-Gesellschaft.

Die Forschung am Fraunhofer IIS orientiert sich an zwei Leitthemen: Audio und Medientechnologien sowie kognitive Sensorik. Die Forschungsergebnisse finden Anwendung in der vernetzten Mobilität, in Kommunikations- und Anwendungslösungen für das Internet der Dinge, in der Digitalisierung der menschlichen Wahrnehmung (Human Sensing), im Produkt- und Materialmonitoring sowie in Business Analytics in Versorgungsketten (Supply Chains).