



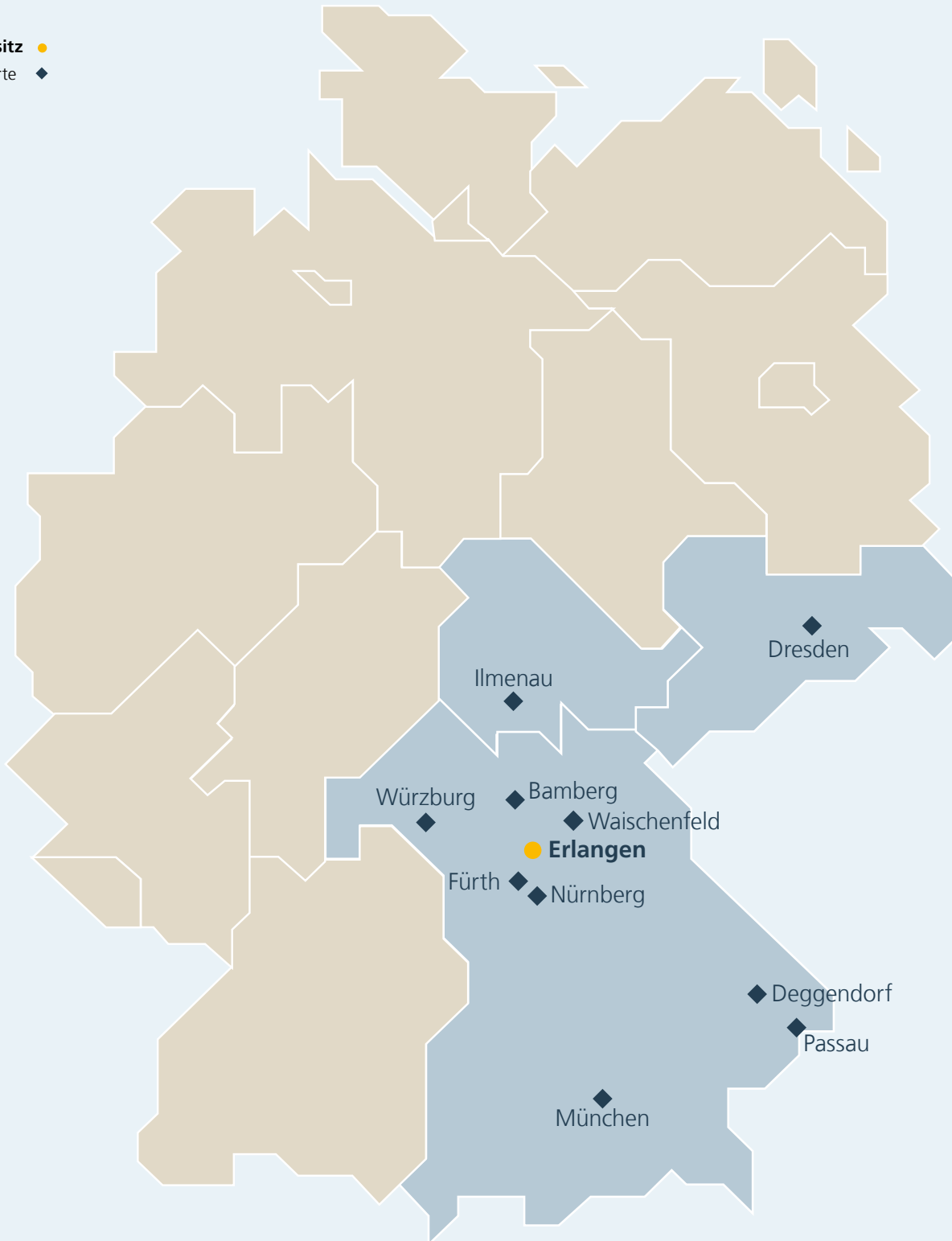
Jahresbericht

---

# Highlights 2022

#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 2022

# Vorwort

---



Prof. Dr. Alexander Martin,  
Prof. Dr. Albert Heuberger,  
Prof. Dr. Bernhard Grill  
(v.l.)

## Gemeinsam für eine lebenswerte Zukunft

### Liebe Leserinnen und Leser,

auch im vergangenen Jahr konnte das Fraunhofer IIS trotz politisch und wirtschaftlich schwieriger Rahmenbedingungen eine positive Bilanz ziehen. Unser Jahresbericht soll Ihnen einen Einblick in unsere vielfältigen Forschungsprojekte im Jahr 2022 sowie ihre praxisnahe Umsetzung geben.

Die Herausforderungen der aktuellen Energiekrise und drängende Klimaschutzaspekte rücken die ressourceneffiziente Gestaltung digitaler Technologien immer mehr in den Fokus unserer Arbeit. Indem wir Informations- und Kommunikationstechnologien nachhaltig ausrichten und die Komplexität von Wertschöpfungsketten in der Halbleiterfertigung reduzieren, leisten wir einen erheblichen Beitrag zur Energieeinsparung und Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen. Eine wichtige Anlaufstelle für grüne Mikroelektronik ist beispielsweise unser Kompetenzzentrum »Green ICT @ FMD«. Lesen Sie mehr dazu auf Seite 56.

Weitere thematische Highlights erwarten Sie zu Gesichtserkennung mit KI, quantengesicherter Datenübertragung, nachhaltiger Landwirtschaft, 5G-Technologie oder KI-Technologie für deutliche TV-Dialoge.

Viel Vergnügen bei der Lektüre wünschen Ihnen

Prof. Dr. Albert Heuberger

Prof. Dr. Bernhard Grill

Prof. Dr. Alexander Martin

Institutsleitung des Fraunhofer IIS

# Inhalt

Mimik via KI interpretieren



20

Quantengesicherte Datenübertragung made in Sachsen



26

Durch Sensortechnik fit für den Klimawandel



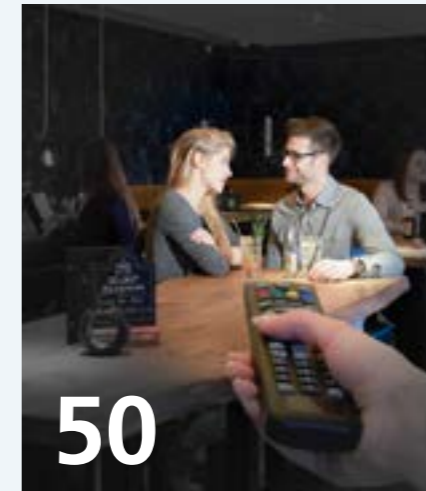
34

Professionelle Mobilfunkanwendungen mit internationaler Strahlkraft



44

KI-Technologie für deutliche TV-Dialoge



50

## #WeKnowHow

**We:** Betont die **Vielfalt** an Forschenden und sämtlichen Mitarbeitenden, die über die Grenzen von Ländern und Disziplinen hinweg Lösungen finden.

**Know:** Fraunhofer definiert Forschungsfelder, macht aus **Wissen** Technologie für die Leitmärkte – und daraus Mehrwert für die gesamte Gesellschaft.

**How:** Mit einer Haltung zwischen **Tatendrang** und Forschungsgeist stellt sich die Fraunhofer-Gesellschaft auch scheinbar unlösbaren Problemen – für die Welt von morgen.

## We

- 6 Wissen trifft Spiel: Der neue KI-Showroom des Fraunhofer IIS | Die Lange Nacht der Wissenschaften am Fraunhofer IIS | Durch Vielfalt vereint
- 10 Auszeichnungen, Preise und Ernennungen 2022 – Auswahl | RFicient® – Drahtlos, effizient, nachhaltig
- 12 Organigramm | Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD)
- 16 Zahlen • Daten • Fakten | Mitglieder des Kuratoriums | Die Fraunhofer-Gesellschaft

## Know

- 20 **#WeKnowHow: Smart Sensing**  
IMAGO – Bildbasierte Zellsortierung | Bayerisches Chip-Design-Center stärkt die Wirtschaft | Höhere Souveränität durch Chips im Bereich Cybersecurity | Vertrauenswürdige Künstliche Intelligenz
- 26 **#WeKnowHow: Adaptive Systems**  
KI soll Schweißprozesse im Schiffbau optimieren | Standardbasierte Chiplets in der 5-nm-Prozess-technologie von Samsung
- 32 **#WeKnowHow: Communication**  
Mit 5G in die Mobilität der Zukunft | Neue Simulationsplattform verfügbar
- 34 **#WeKnowHow: X-ray**  
Die letzten Geheimnisse der Chiffriermaschinen | PCBcycle – Elektronische Leiterplatten recyceln | For5G – Kirschbäume digital doublen

## Know

- 40 **#WeKnowHow: Digital Transformation**  
Wissensgraphen für die Industrie 4.0 | Process Mining von Materialflüssen | Förderung intermodaler Verkehre | Optimale Bestandsplanung unter Unsicherheit | Bargeldversorgung resilienter machen | Wie digitale Argusaugen Brachflächen finden | Technologien und Daten als Wegbereiter für eine zirkuläre Wirtschaft
- 44 **#WeKnowHow: Positioning**  
Intelligent und nachhaltig | Digitaltechnik trifft stationäre Pflege | QBits für industrielle Anwendungen
- 50 **#WeKnowHow: Audio**  
Audiocodex aus Erlangen weltweit gefragt | KI-gestützte Sprachtechnologien | Einhüllender Klang im Wohnzimmer und unterwegs | JPEG XS für professionelle »All-IP«-Videoproduktion

## How

- 56 Ressourceneffiziente Technologien ermöglichen eine nachhaltige, globale Wertschöpfung
- 58 Im Zeichen der Nachhaltigkeit
- 60 DFG SFB/Transregio 154 geht in die dritte Phase | Projekte des Fraunhofer IIS in Phase 4 des Leistungszentrums Elektroniksysteme | Das Leistungszentrum InSignA | Ausblick: KI-Beschleuniger Neuromorphes Computing
- 64 Impressum

KI-Showroom  
des Fraunhofer IIS  
im Augustinerhof  
Nürnberg

Öffnungszeiten:  
Mi – Fr 12:00 – 19:00  
Sa – So 10:00 – 17:00

[www.iis.fraunhofer.de/showroom](http://www.iis.fraunhofer.de/showroom)  
[youtu.be/rDMvdKfzOjc](https://youtu.be/rDMvdKfzOjc)

# Wissen trifft Spiel: Der neue KI-Showroom des Fraunhofer IIS

**Künstliche Intelligenz (KI) erobert zunehmend das Alltagsleben der Menschen, die wenigsten Nutzerinnen und Nutzer aber wissen, was sich dahinter eigentlich verbirgt. Hier will das Fraunhofer IIS Aufklärungsarbeit leisten und hat sich dazu etwas Besonderes ausgedacht: nämlich einen Showroom, der sich unter verschiedensten Aspekten mit KI beschäftigt – und für alle offen steht. Der KI-Showroom stellt Methoden, Kompetenzen und Anwendungsfälle der institutseigenen KI-Forschung publikumsnah vor, gleichzeitig können die Gäste KI spielerisch erproben und selbst mitgestalten. Am 17. Mai 2022 wurde der Showroom mit Vertreterinnen und Vertretern aus Industrie, Politik und Gesellschaft feierlich eröffnet.**

## Joseph von Fraunhofer gibt sich die Ehre

Der Standort des neuen KI-Showrooms im Augustinerhof in Herzen Nürnbergs befindet sich in respektabler Nachbarschaft – und zwar des Zukunftsmuseums Nürnberg, einer Zweigstelle des Deutschen Museums München. Wer sich dort schon mit verschiedensten Zukunftsthemen auseinandergesetzt hat, kann ein paar Schritte weiter in die neue KI-Erlebniswelt eintauchen. Vier Teilbereiche auf 60 Quadratmetern erwarten das interessierte Publikum. Gleich beim Eintreten fällt der Blick auf vier gestaffelte, farbige Glaspaneele. Sie erinnern an den Namensgeber der europaweit größten Organisation für anwendungsorientierte Forschung, Joseph von Fraunhofer, und seine wegweisende Arbeit zu den Spektrallinien des Sonnenlichts. Seine Forscher-Biographie und die Aufgabenbereiche des Fraunhofer IIS werden hier vorgestellt.

## Interaktive KI-Wissensvermittlung

Gleich daneben öffnet sich die KI-Ausstellung, die sich grundsätzlichen Inhalten zum Verständnis der Technologie, aber auch ausgewählten Themen der Forschung am Fraunhofer IIS widmet. Dazu gehört auch ein derzeit besonders relevantes Thema: der nachhaltige Umgang mit Daten entlang des kompletten Datenlebenszyklus von der Erhebung über die Auswertung und Veröffentlichung bis hin zur Archivierung und Nachnutzung. Infotafeln und interaktive Bildschirme mit Bild- und Videomaterial präsentieren Informationen multimedial und unter Einbezug von Anwendungsbeispielen aus der Forschung des Fraunhofer IIS.

Wer sich durch den spannenden Wissensteil gearbeitet hat, kann nun auch selbst aktiv werden: In der Mitte des Raumes wartet ein interaktiver Spieletisch auf die Unterstützung patenter Spielerinnen und Spieler. Ziel des U-Bahn-Spiels »Metro Driver«, das auf einem gemeinsamen Forschungsprojekt der VAG Verkehrs-Aktiengesellschaft Nürnberg und des Fraunhofer IIS beruht, ist es, eine U-Bahn über mehrere Stationen möglichst energieeffizient zu steuern. Sie darf mit den anderen U-Bahnen keine Lastspitzen erzeugen und soll zudem noch pünktlich ankommen. Keine kleine Herausforderung – ohne Einsatz von KI!



## Alles fing mit mp3 an

Suzanne Vegas bekannter Ohrwurm »Tom's Diner« liegt der großen Licht-Installation zugrunde, die in den vierten Bereich Audio und Medientechnologien einführt. Durch die A-cappella-Version des Songs konnte der Vorgänger des mp3-Codierverfahrens erheblich verbessert werden. Die Ausstellung führt durch die Geschichte von mp3 über alle vier Generationen der Audiotecnologien bis hin zu aktuellen Forschungsthemen wie KI-gestützter Audiosignalverarbeitung oder digitalen Sprachassistenten.

## Netzwerken in der Lounge

Mit den Silben »da da da da« der amerikanischen Sängerin und der blau-rot leuchtenden Licht-Installation in Ohr und Auge kann ein Besuch im KI-Showroom ganz entspannt in der Netzwerk-Lounge ausklingen. Bequeme Sofas und ein Monitor mit interaktiven Wissenshäppchen über das Fraunhofer IIS und berufliche Einstiegsmöglichkeiten warten hier auf diejenigen, die das Thema KI gepackt hat und nicht mehr loslässt. Buchbare Meetingräume im Untergeschoss der Räumlichkeiten machen auch Gespräche in größerer Runde möglich. Und für die, die noch immer nicht genug haben, gibt es direkt angrenzend an den KI-Showroom ein weiteres Highlight zu besuchen: das offene Innovationslabor Josephs, eine Ausgründung des Fraunhofer IIS und der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. Hier dürfen Innovationen getestet, darf Feedback abgegeben und damit aktiv an der Entwicklung von Produkten und Dienstleistungen von morgen mitgewirkt werden.

Wir laden Sie herzlich ein!



### Kontakt

#### Agnes Pelzl

Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS  
stellv. Leiterin Unternehmenskommunikation

Telefon +49 9131 776 1644  
agnes.pelzl@iis.fraunhofer.de

oben:

Nürnberg's Oberbürgermeister  
Marcus König (2.v.r.) mit den  
drei Institutsleitern des  
Fraunhofer IIS Prof. Albert  
Heuberger (2.v.l.),  
Prof. Bernhard Grill (3.v.l.)  
und Prof. Alexander Martin (r.)  
sowie Gästen bei der Eröffnung  
des KI-Showrooms im Mai

# Die Lange Nacht der Wissenschaften am Fraunhofer IIS



Im Showroom stand KI im Zentrum, hier zur energieeffizienten Steuerung der U-Bahn

## Nach längerer coronabedingter Pause konnten Gäste im Städtedreieck Nürnberg–Fürth–Erlangen Forschung wieder live erleben

Bei der Langen Nacht der Wissenschaften konnten Wissbegierige und Nachwuchsforschende am Samstag, den 21. Mai 2022 sowohl Forschung hautnah erfahren als auch Trends von morgen kennenlernen. Zum zehnten Mal öffneten neben Hochschulen, Instituten und forschungsaktiven Unternehmen auch staatliche und städtische Einrichtungen sowie Vereine ihre Türen. Interessierte durften einen Blick über die Schulter der Forschenden werfen und ihren Arbeitsalltag nachvollziehen. Auch wir beteiligten uns mit drei Standorten an dieser Nacht der offenen Türen: Neu dabei war der erst kürzlich eröffnete KI-Showroom im Nürnberger Augustinerhof, der den Gästen mit zahlreichen Exponaten und Mitmach-Stationen

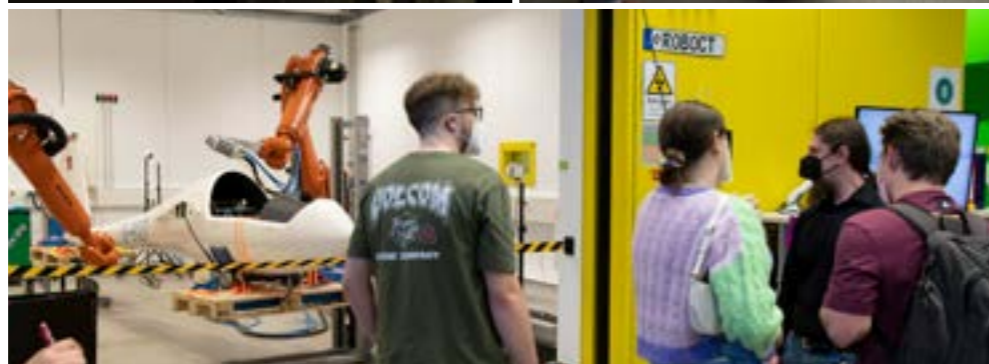
Künstliche Intelligenz näherbrachte. Der Hauptsitz des Fraunhofer IIS in Erlangen-Tennenlohe präsentierte Highlights wie intelligente Schraubverbindungen, ein Escape Game, einen Fahrsimulator, der Überforderung anzeigt, sowie Audio-Technologien, die weltweit nachgefragt sind. Im Entwicklungszentrum Röntgentechnik in Fürth durften die Besucherinnen und Besucher ins Innere ganz großer und winzig kleiner Dinge blicken – von der Nutzpflanze bis zum Flugzeugteil.

[www.iis.fraunhofer.de/lange-nacht](https://www.iis.fraunhofer.de/lange-nacht)  
[youtu.be/9hA58ikJ0M](https://youtu.be/9hA58ikJ0M)



Mitte links: In Erlangen erwarteten die Besucherinnen und Besucher zahlreiche Exponate sowie Vorträge

Mitte rechts: Schon der Nachwuchs interessierte sich für die Intelligente Schraube



unten: Mithilfe der RoboCT ließ sich in Fürth ein Flugzeug detailliert auf Materialfehler untersuchen

# Durch Vielfalt vereint



## Wie Diversität am Fraunhofer IIS gefördert wird

Vielfalt ist am Fraunhofer IIS eine Selbstverständlichkeit und Grundpfeiler unseres Erfolgs. Den bundesweiten Diversity-Tag im Mai feierten wir deshalb unter dem Motto »Vielfalt verbindet«. In zahlreichen Keynotes, Diskussionen und Workshops konnten Teilnehmende sich über Unconscious Bias und generationenübergreifendes Arbeiten informieren, etwas über Gebärdensprache erfahren oder Sprach- und Kulturkurse in Hindi und Persisch absolvieren.

Außerdem begleiten und entwickeln wir unsere Mitarbeitenden durch zahlreiche zielgruppenspezifische Weiterbildungsangebote sowohl in deutscher als auch in englischer Sprache.

[www.iis.fraunhofer.de/josephine-mentoring](https://www.iis.fraunhofer.de/josephine-mentoring)  
[www.iis.fraunhofer.de/talenta](https://www.iis.fraunhofer.de/talenta)

Das Fraunhofer IIS lebt die Vielfalt der Nationen, Disziplinen, Geschlechter und Generationen und von Führungs- und Arbeitszeitmodellen. Dazu gehören Doppelspitzen in Führungspositionen, flexible Arbeitszeitmodelle und die Förderung von jungen Talenten. Junge Frauen werden auf ihrem Karriereweg in den immer noch männerdominierten Naturwissenschaften begleitet. Zum Beispiel durch das josephine®-Mentoring-Programm, bei dem MINT-Studentinnen und ihre Mentorinnen individuelle Potenziale für die berufliche Weiterentwicklung herausarbeiten oder bei TALENTA, dem umfassenden Karriere- und Entwicklungsprogramm für Wissenschaftlerinnen und weibliche Führungskräfte.



Vielfalt ist für das Fraunhofer IIS eine Selbstverständlichkeit. Wir brauchen die besten Köpfe aus der ganzen Welt.«

Dr. Peter Dittrich  
stellv. Institutsleiter  
Fraunhofer IIS



# Auszeichnungen, Preise und Ernennungen 2022 – Auswahl

## Innovationspreis Reallabore

Das Mobile Health Lab des Fraunhofer IIS ist einer von 13 Konsortialpartnern des Projekts TEAM-X, das am 31. Mai 2022 den Innovationspreis Reallabore des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz erhielt. Team-X soll die Basis für eine zukunftsweisende Gesundheits- und Pflegeversorgung legen.

## EurAI Fellow

Prof. Dr. Ute Schmid, Leiterin der Gruppe Comprehensible AI am Fraunhofer IIS und Professorin für Angewandte Informatik, insbesondere Kognitive Systeme, an der Universität Bamberg, wurde als eine von vier neuen EurAI Fellows ausgezeichnet.

## Best Poster Award Wissenschaftliche Tagung Autismus-Spektrum (WTAS)

Martina Simon aus unserer Arbeitsgruppe für Supply Chain Services hat zusammen mit ihren Co-Autorinnen und -Autoren für das Poster »Akzeptanz Roboter-assistierter Therapien für Kinder im Autismus-Spektrum und Bewertung assoziierter ethischer und sozialer Aspekte« den Best Poster Award auf der Wissenschaftlichen Tagung Autismus-Spektrum (WTAS) erhalten.

## AES Fellow

Sascha Dick aus dem Forschungsbereich Audio und Medientechnologien wurde für seine Arbeit an einer neuartigen Lehrwebsite zum Thema Audioartefakte zum AES Fellow ernannt.

## Best Paper Award Workshop on Ever Evolving NLP

Jann Goschenhofer, Mitarbeiter in unserer Arbeitsgruppe für Supply Chain Services, hat zusammen mit seinen Co-Autoren für das Paper »CC-Top: Constrained Clustering for Dynamic Topic Discovery« den Best Paper Award des Workshops on Ever Evolving NLP verliehen bekommen.

## Dissertationspreis der Universität Passau

Im Rahmen des Dies Academicus der Universität Passau am 11. November 2022 wurde u.a. Dr. Thomas Lang aus unserem Entwicklungszentrum Röntgentechnik für seine herausragende Dissertation mit dem Titel »AI-Supported Interactive Segmentation of 3D Volumes« mit dem Dissertationspreis gewürdigt.

## Best Paper Award Winner at CadenceLIVE Europe 2022

Andy Heinig und Gunjanben Limbachiya aus dem Institutsteil Entwicklung Adaptiver Systeme EAS erhielten den Best Paper Award at CadenceLIVE Europe 2022

für ihr Paper »Development of Radar Algorithm for the Tensilica Processor«.

## Förderung im Reinhart Koselleck Programm

Prof. Dr. Meinard Müller und sein Team erhalten im Rahmen des Reinhart Koselleck Programms eine fünfjährige Förderung von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) in Höhe von 1,25 Mio. €. Das geförderte Projekt ist an den International Audio Laboratories beheimatet und widmet sich der Analyse von Musikdaten.

## Best Paper Award Winner at IEEE Wireless Communications and Networking Conference

Sebastian Kram, Christopher Kraus, Maximilian Stahlke, Dr. Tobias Feigl, Prof. Dr. Jörn Thielecke und Dr. Christopher Mutschler aus dem Bereich Lokalisierung und Vernetzung haben den Best Paper Award auf der IEEE WCNC für ihr Paper »Delay Estimation in Dense Multipath Environments using Time Series Segmentation« erhalten.

## Best Presentation Award ION-GNSS+

Johannes Rossouw van der Merve und die Co-Autoren Inigo Cortes Vidal, Dr. Fabio Garzia, Alexander Rügamer und Dr. Wolfgang Felber haben den Best Presentation Award des Institute of Navigation für das Paper

»Exotic FMCW Waveform Mitigation with an Advanced Multiparameter Adaptive Notch Filter (MPANF)« erhalten.

## EURASIP Best PhD Award

Dr. Maja Taseska wurde für ihre Promotion zum Thema »Informed spatial filters for speech enhancement« mit dem Best PhD Award der »European Association For Signal Processing (EURASIP)« ausgezeichnet.

## Best Paper Award Winner at ETRA

Marie Eckert, Thomas Robotham, Prof. Dr. Emanuel Habets und Olli Rummukainen erhielten den Best Paper Award des »ACM Symposium on Eye Tracking Research & Applications (ETRA) 2022« für ihr Paper »Pupillary Light Reflex Correction for Robust Pupillometry in Virtual Reality«.

## Absolventenpreise der SIEMENS AG

Anna Leschanowsky und Luca Resti aus unserem Forschungsbereich Audio und Medientechnologien wurden von der Siemens AG, Abteilung Corporate Technology, für ihre sehr guten Studienleistungen im Bereich Informations- und Kommunikationstechnik ausgezeichnet.

# RFicient® – Drahtlos, effizient, nachhaltig

## Entwicklerteam des Fraunhofer IIS erhält den Joseph-von-Fraunhofer-Preis

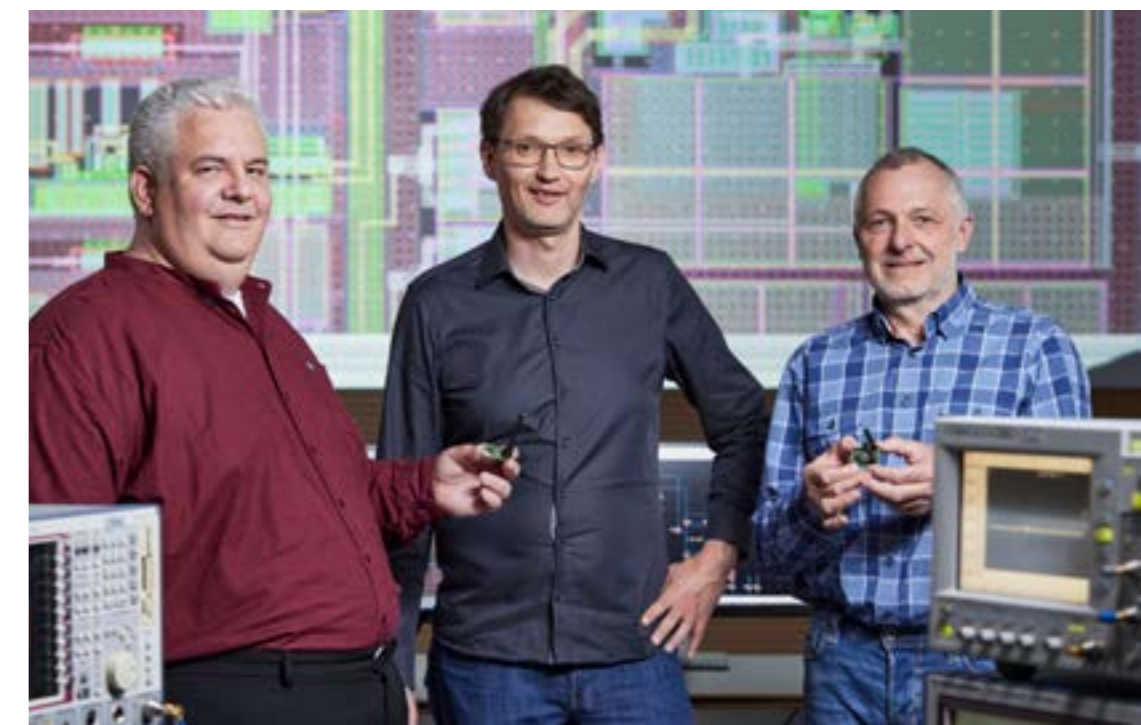
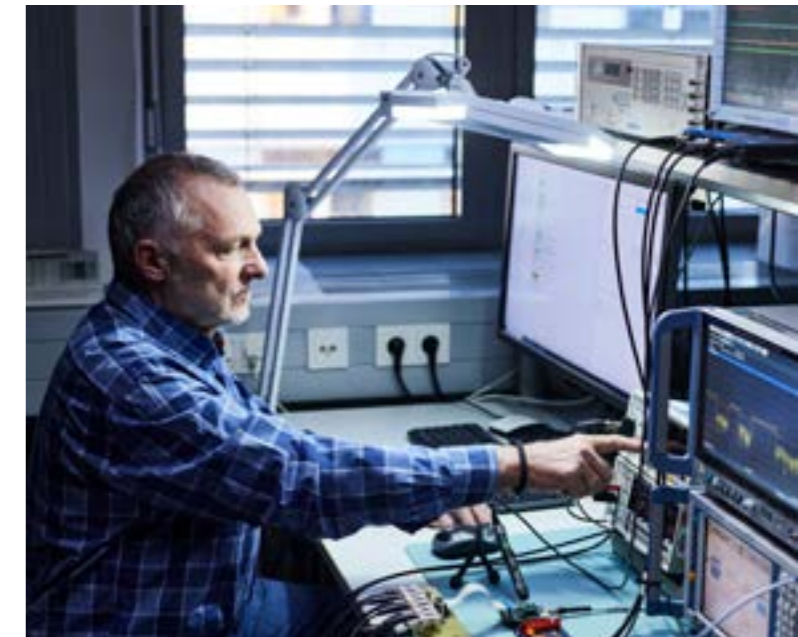
Im Internet of Things, kurz IoT, werden Geräte miteinander verbunden, die untereinander Daten austauschen. Im privaten wie auch industriellen Bereich steigt die Anzahl solcher drahtlos vernetzter Geräte stetig. Das kostet viel Energie. Häufige Batteriewechsel führen zu höherem Ressourcenverbrauch.

Die Lösung ist der RFicient®-Chip, mit dem es gelingt, Nachhaltigkeit und wirtschaftliche Effizienz zu vereinen. Er ergänzt herkömmliche Sensorknoten durch einen Wake-up Receiver und versetzt die Elemente, die damit verbunden sind, bei Bedarf aus dem Schlummermodus in einen aktiven Zustand. Durch kurze Einschaltzeiten werden bis zu 99 Prozent des Stromverbrauchs eingespart. Die Lebensdauer einer herkömmlichen Batterie vervielfacht sich hierdurch von nur einem Monat auf bis zu zehn Jahre. Gleichzeitig ist der Sensorknoten jederzeit empfangsbereit und braucht nur 30 Millisekunden, um auf ein Signal zu reagieren. Eine Reaktion in Echtzeit wird garantiert. IoT-Empfänger sind also immer erreichbar, reagieren schnell und arbeiten auch über lange Zeit hinweg wartungsfrei.

Die jahrelange wissenschaftliche Arbeit des Entwicklerteams um Dr. Frank Oehler, Dr. Heinrich Milosiu und Dr. Markus Eppel wurde durch die Verleihung des Joseph-von-Fraunhofer-Preises 2022 ausgezeichnet.

[www.rficient.de](https://www.rficient.de)

[youtu.be/ttacNG3OqmU](https://youtu.be/ttacNG3OqmU)



Das Entwicklerteam des RFicient®-Chips:  
(v. l.) Dr. Heinrich Milosiu,  
Dr. Markus Eppel und  
Dr. Frank Oehler



# Organigramm

<b>Institutsleitung</b>	Prof. Dr. Albert Heuberger (geschäftsführend), Prof. Dr. Bernhard Grill, Prof. Dr. Alexander Martin
<b>Stellv. Institutsleiter</b>	Prof. Dr. Randolph Hanke, Dr. Peter Dittrich

<b>Institutsmanagement</b>	Dr. Peter Dittrich
<b>IT-Service</b>	Florian Freund
<b>Stab</b>	Matthias Rose
<b>Verwaltung Erlangen</b>	Sonja Ludwig
<b>Verwaltung Fürth</b>	Colett Reißmann

<b>Audio und Medientechnologien</b> Prof. Dr. Bernhard Grill <b>ER</b>		<b>Fraunhofer-Entwicklungszentrum Röntgentechnik EZRT</b> Dr. Norman Uhlmann <b>FÜ</b>		<b>Smart Sensing and Electronics</b> Dr. Jens-Uwe Garbas Dr. Denise Müller-Friedrich <b>ER</b>	
<b>Audio</b> Johannes Hilpert	<b>Conversational AI Research</b> Prof. Dr. Emanuel Habets	<b>Anwendungsspezifische Methoden und Systeme</b> Alexander Ennen, Dr. Stefan Gerth	<b>Digital Health Systems</b> Dr. Christian Münzenmayer		
<b>Audio für eingebettete Systeme</b> Dr. Nikolaus Färber	<b>Mediensysteme und Anwendungen</b> Harald Fuchs	<b>Berührungslose Mess- und Prüfsysteme</b> Dr. Peter Schmitt	<b>Integrierte Schaltungen und Systeme</b> Dr. Norbert Weber		
<b>Audio für Kommunikationsanwendungen</b> Manfred Lutzky	<b>Patente und Lizenzen</b> Stefan Geyersberger	<b>CT in der Messtechnik</b> Prof. Dr. Simon Zabler <b>DEG</b>	<b>Integrierte Sensorsysteme</b> Dr. Volker Peters		
<b>AudioLabs-IIS</b> Dr. Frederik Nagel	<b>Semantische Audio-signalverarbeitung</b> Oliver Hellmuth	<b>Magnetresonanz- und Röntgen-Bildgebung</b> Dr. Karl-Heinz Hiller <b>WÜ</b>	<b>Sensory Perception and Analytics</b> Stephan Gick		
<b>Bewegtbildtechnologien</b> Prof. Dr. Siegfried Föbel	<b>Stab Audio und Medientechnologien</b> Matthias Rose	<b>Produktionsmonitoring</b> Dr. Steven Oeckl			
<b>Business</b> Marc Gayer					

<b>Verwaltung Nürnberg</b>	Regina Kühn
<b>Verwaltung Dresden</b>	Franziska Vogel, Sophie Prieß

<b>Kommunikationssysteme</b> Prof. (Univ. Navarra) Michael Schlicht <b>ER</b>		<b>Lokalisierung und Vernetzung</b> Dr. Günter Rohmer <b>N</b>		<b>Arbeitsgruppe für Supply Chain Services</b> Prof. Dr. Alexander Pflaum <b>N</b>		<b>Institutsteil Entwicklung Adaptiver Systeme EAS</b> Dr. Peter Schneider <b>DD</b>	
<b>Breitband und Rundfunk</b> Bernhard Niemann	<b>Energieautarke Funksysteme</b> Josef Bernhard	<b>Analytics</b> Dr. Christian Menden	<b>Effiziente Elektronik</b> Andy Heinig				
<b>Elektronische Messtechnik und Signalverarbeitung</b> Prof. Dr. Giovanni Del Galdo, Dr. Markus Landmann <b>IL</b>	<b>Präzise Lokalisierung und Analytics</b> Thomas von der Grün, Dr. Christopher Mutschler	<b>Data Spaces and IoT Solutions</b> Prof. Dr. Andreas Harth	<b>Entwurfsmethoden</b> Dr. Roland Jancke				
<b>Funkkommunikationssysteme</b> Dr. Gerd Kilian	<b>Satellitenbasierte Lokalisierungssysteme</b> Dr. Wolfgang Felber	<b>Innovation and Transformation</b> Dr. Nadja Hoßbach-Zimmermann	<b>Verteilte Analyse- und Regelsysteme</b> Dr. Dirk Mayer				
<b>HF- und SatKom-Systeme</b> Rainer Wansch	<b>Verteilte Systeme und Sicherheit</b> Karlheinz Ronge	<b>Risiko- und Standortanalysen</b> Dr. Roland Fischer					

**ER | Hauptsitz Erlangen**  
Am Wolfsmantel 33  
91058 Erlangen  
Telefon +49 9131 776-0

**N | Standort Nürnberg**  
Nordostpark 84 und 93  
90411 Nürnberg  
Telefon +49 911 58061-0

**FÜ | Standort Fürth**  
Flugplatzstraße 75  
90768 Fürth  
Telefon +49 911 58061-7500

**DD | Institutsteil Entwicklung Adaptiver Systeme EAS**  
Münchner Straße 16  
01187 Dresden  
Telefon +49 351 45691-0

**DEG | Fraunhofer-Anwendungszentrum CT in der Messtechnik**  
Dieter-Görlitz-Platz 2  
94469 Deggendorf  
Telefon +49 991 3615-678

**WÜ | Abteilung Magnetresonanz- und Röntgen-Bildgebung**  
Am Hubland  
97074 Würzburg  
Telefon +49 931 31830-60

**IL | Elektronische Messtechnik und Signalverarbeitung**  
Am Vogelherd 90  
98693 Ilmenau  
Telefon +49 3677 69-4280

Stand: Januar 2023

# Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD)

Das Fraunhofer IIS ist seit 2017 Teil der Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD). Die FMD als Kooperation des Fraunhofer-Verbunds Mikroelektronik mit den Leibniz-Instituten FBH und IHP ist der zentrale Ansprechpartner für alle Fragestellungen rund um die Mikro- und Nanoelektronik in Deutschland und Europa. Als Vorreiter für standort- und technologieübergreifende Zusammenarbeit geht die FMD aktuelle und künftige Herausforderungen der Elektronikforschung an und gibt wichtige Impulse zur Entwicklung von elementaren Innovationen für die Welt von morgen.

Im Jahr 2022 ist die FMD weiter gewachsen. Mittlerweile bringen mehr als 4500 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter ihr Know-how im Bereich Forschung und Entwicklung von Mikro- und Nanosystemen ein. Damit ist die FMD weltweit einer der größten Zusammenschlüsse dieser Art auf dem Gebiet der FuE.

## Großprojekte für nachhaltige Elektronik und neuartige Rechentechnologien gestartet

Aufbauend auf die im Rahmen der FMD geschaffenen Kompetenzen, Strukturen und Angebote wurden im Jahr 2022 zwei neue Großprojekte – »Green ICT @ FMD« und »FMD-QNC« – auf den Weg gebracht.

Im Projekt Green ICT @ FMD realisieren die in der Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland kooperierenden Fraunhofer- und Leibniz-Institute zusammen mit dem Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung ISI ein standortübergreifendes Kompetenzzentrum für eine ressourcenbewusste Informations- und Kommunikationstechnik (IKT). Hier können die Green-ICT-spezifischen Fragestellungen gebündelt bearbeitet und technologieübergreifende IKT-Gesamtlösungen bis zu einem hohen technischen Reifegrad aus einer Hand für Partner in Wirtschaft und Wissenschaft angeboten werden. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) unterstützt das im August 2022 gestartete Vorhaben im Rahmen der Initiative Green ICT, die ein Bestandteil des Klimaschutzprogramms 2030 der Bundesregierung ist.

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

Um die in Deutschland vorhandene mikroelektronische Forschung und Entwicklung in Bezug auf Quanten- und neuromorphes Computing zu bündeln und auszubauen, startete die FMD zusammen mit vier weiteren Fraunhofer-Instituten, dem Forschungszentrum Jülich und der AMO GmbH im Dezember 2022 ein gemeinsames Vorhaben:

die »Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland – Modul Quanten- und neuromorphes Computing«. Ziel der deutschlandweiten Kooperation FMD-QNC ist, Forschende und Unternehmen bei der Entwicklung von maßgeschneiderter Mikroelektronik und skalierbaren Fertigungs- und Integrationsverfahren für die neuen Rechentechnologien bestmöglich zu unterstützen. Der dafür benötigte gerätetechnische und strukturelle Aufbau wird vom BMBF gefördert.

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

## Aufbau einer Mikroelektronik-Akademie

Im Rahmen der Vorhaben Green ICT @ FMD und FMD-QNC soll in den kommenden drei Jahren zudem eine deutschlandweite Mikroelektronik-Akademie entstehen. Im Dezember 2022 fiel der Startschuss für die Konzeptualisierungsphase und damit verbunden für die Realisierung der Akademie und die Schaffung moderner Ausbildungsangebote im Bereich Mikro- und Nanoelektronik. Die aus den beiden Vorhaben abgeleiteten Säulen »Ressourcenbewusste IKT« und »praxisorientierte Halbleitertechnik und -technologie« bilden gemeinsam mit einer weiteren Säule »Design mikroelektronischer Schaltungen und Systeme« die thematische Basis der Mikroelektronik-Akademie. Die FMD übernimmt beim Aufbau der Mikroelektronik-Akademie nicht nur die organisatorische Leitung, sondern auch die Programmverantwortung dieser drei fachlichen Säulen. Ziel ist es, die Qualität der Fachkräfteausbildung auf dem Gebiet der Mikroelektronik zu verbessern und langfristig aktiv auf Bereiche, wie z. B. Klimaschutz und Nachhaltigkeit, neuartige Rechentechnologien und Vertrauenswürdigkeit im Halbleiter- und Chipbereich, Einfluss zu nehmen und diese voranzutreiben.

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

## Steigerung der europäischen Innovationskraft in der Mikroelektronik

Damit Deutschland und Europa in der globalen Wertschöpfungskette weiterhin wichtige Akteure bleiben, wurden im Jahr 2022 innerhalb der FMD essenzielle Vorbereitungen für das technologische Fundament des »European Chips Act« getroffen.

So wird beispielsweise die FMD-QNC auf europäischer Ebene durch das Projekt »PREVAIL« (Partnership for Realization and Validation of AI hardware Leadership) ergänzt. Im Projekt arbeiten die vier europäischen Forschungsorganisationen CEA-Leti, Fraunhofer, imec und VTT zusammen, um eine vernetzte 300-Millimeter-Technologie-Plattform zur Herstellung von Chip-Prototypen für fortschrittliche Anwendungen von Künstlicher Intelligenz und neuromorphem Computing zu schaffen. Der nationale Teil von PREVAIL umfasst die drei Fraunhofer-Institute für Integrierte Schaltungen IIS, für Photonische Mikrosysteme IPMS und für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM sowie die Fraunhofer-Einrichtung für Mikrosysteme und Festkörper-Technologien EMFT, die als Teil der FMD ihre 300-Millimeter-Fertigungs-, Design- und Testeinrichtungen erweitern und komplementär zu der 300-Millimeter-Technologie ihrer europäischen Forschungspartner einsetzen.

[www.forschungsfabrik-mikroelektronik.de](http://www.forschungsfabrik-mikroelektronik.de)  
<https://fmd-insight.de/showroom>



# Zahlen • Daten • Fakten

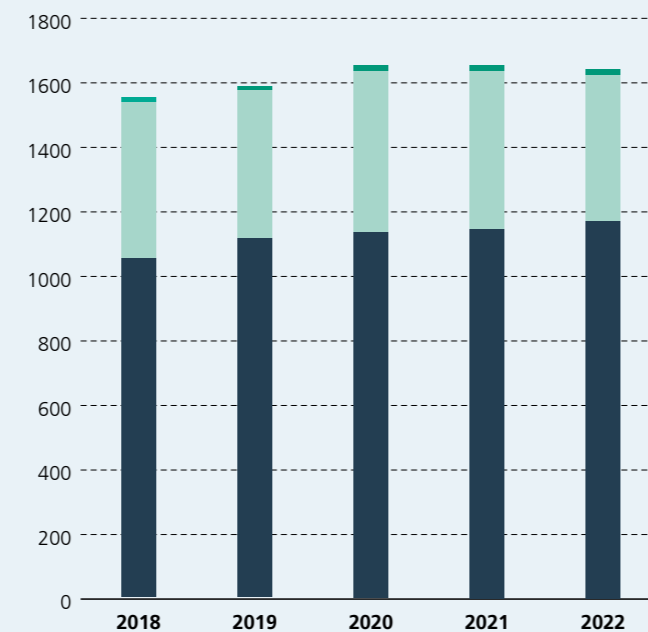


**1173**

angestellte Mitarbeitende

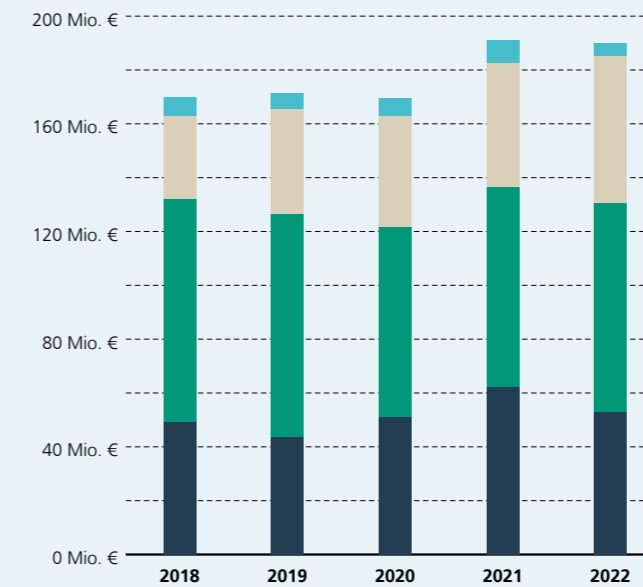
Am Fraunhofer IIS sind 1173 angestellte Mitarbeitende beschäftigt. Die Anzahl der Mitarbeitenden, die dem Stellenplan zugerechnet werden, ist damit im Vergleich zum Vorjahr leicht gestiegen. Zusätzlich dazu sind 452 Studierende und 18 Auszubildende am Institut beschäftigt.

## Entwicklung Personal



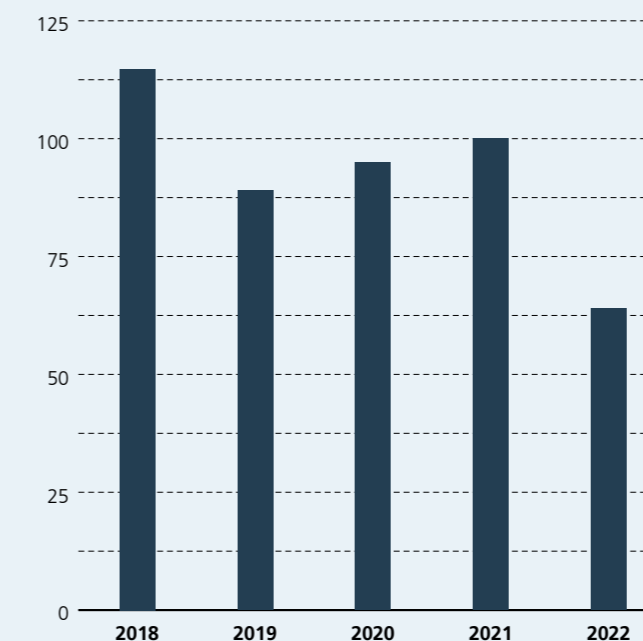
- Angestellte Mitarbeitende
- Studentische Hilfskräfte
- Auszubildende

## Entwicklung Finanzierung\*



- Institutionelle Förderung (inkl. Grundfinanzierung)
- Wirtschaftserträge
- Öffentliche Erträge
- Sonstige Erträge

## Entwicklung Erfindungsmeldungen



**189,7 Mio. €**

Finanzierung

Das Fraunhofer IIS hat im Jahr 2022 einen ausgeglichenen Haushalt. 41 Prozent der Mittel des Instituts kamen aus Wirtschaft und Industrie, 29 Prozent stammten aus öffentlichen Erträgen. Insgesamt 28 Prozent wurden durch die institutionelle Förderung (inkl. Grundfinanzierung) der Fraunhofer-Gesellschaft gedeckt. Dazu gab es sonstige Erträge, z. B. aus Stiftungen oder anderen Forschungseinrichtungen, die 2 Prozent des Budgets ausmachten.



**64**

Erfindungsmeldungen

Im Jahr 2022 wurden 64 Erfindungsmeldungen von Mitarbeitenden am Fraunhofer IIS eingereicht. Eine Mehrzahl der Erfindungsmeldungen kam aus den Forschungsbereichen Audio und Medientechnologien sowie Kommunikationssysteme und bezog sich auf die Themen Audio und Kommunikationsstandards.

\* Hochrechnung Stand Januar 2023

# 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>MinDirig Marco-Alexander Breit</b>	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
<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>Prof. Dr. Joachim Hornegger</b>	Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
<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>Dr. Isabel Thielen</b>	Thielen Business Coaching GmbH
<b>MinR Dr. Dirk Tielbürger</b>	Bundesministerium der Verteidigung
<b>MinDirig Dr. Manfred Wolter</b>	Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie
<b>Ulrich Zwölfer</b>	SICK AG

Stand: Dezember 2022

# Die Fraunhofer-Gesellschaft

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. Als Wegweiser und Impulsgeber für innovative Entwicklungen und wissenschaftliche Exzellenz wirkt sie mit an der Gestaltung unserer Gesellschaft und unserer Zukunft.

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



Stand: Januar 2023

Überblick über die Institute und Forschungseinrichtungen der Fraunhofer-Gesellschaft in Deutschland

# Mimik via KI interpretieren

Menschen erkennen meist auf den ersten Blick, ob jemand traurig, wütend oder glücklich schaut. Forschende des Fraunhofer IIS in Erlangen haben dies mittels Künstlicher Intelligenz auch einer Software beigebracht: der Gesichtserkennungs- und Emotionsanalysesoftware SHORE®. Zum 15-jährigen Bestehen wartet sie mit weiteren Funktionen wie der Herzraten-Erkennung auf.

Während die meisten Menschen Gesichtsausdrücke auf Anhieb erkennen und deuten können, fällt autistischen Kindern dies oft schwer. Auch das eigene Empfinden können sie vielfach nicht durch entsprechende Mimik zum Ausdruck bringen. Mithilfe eines Roboters im Projekt ERIK wollen Therapeutinnen und Therapeuten den Kindern beibringen, die Empfindungen von Menschen von deren Gesichtern abzulesen.

Die Technik dafür liefert die Gesichtserkennungs- und Emotionsanalysesoftware SHORE® des Fraunhofer IIS. »SHORE® ist eine Softwarebibliothek zur echtzeitfähigen

Gesichtserkennung und zur Mimikanalyse unter Nutzung von Methoden der Künstlichen Intelligenz, kurz KI«, sagt Dr. Dominik Seuß, Leiter der Gruppe Facial Analysis Solutions am Fraunhofer IIS. »SHORE® kann ein Gesicht erkennen und Alter und Geschlecht der Person sowie ihre Emotionen daraus ablesen.« Der Anstoß, eine technische Gesichtserkennung zur Therapieunterstützung autistischer Kindern zu nutzen, kam von verschiedenen Eltern, die ihren betroffenen Kindern den Alltag erleichtern wollten – und immer wieder entsprechende Anfragen an das Entwicklerteam des Fraunhofer IIS stellten.

## Auf einen Blick

- 1 | Die Gesichtserkennungs- und Emotionsanalysesoftware SHORE® aus dem Fraunhofer IIS feiert ihr 15-jähriges Bestehen.
- 2 | Im Zuge dessen bekam SHORE® einige neuen Funktionalitäten: die kontaktlose Erkennung der Herzfrequenz per Kamera und die Remote-Analyse lokal im Browser.
- 3 | Wichtig ist das u. a. für Fahrermonitoring-Systeme in Autos und Lkws.



Gemeinsam mit der Humboldt-Universität zu Berlin und gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), machte sich das Team daher ans Werk. Das Ergebnis: Ein weißer, humanoider Roboter zeigt den Kindern auf einem Display auf seiner Brust Beispiele von Gesichtsausdrücken, die die Kinder deuten sollen. Per Sprachausgabe gibt der Roboter Hilfestellung, lobt, ermuntert und erklärt. Etwa: Ein fröhliches Gesicht erkennt man an den hochgezogenen Mundwinkeln. Anschließend gilt es für die Kinder, den gezeigten Ausdruck selbst nachzuahmen. Das Verfahren zeigt Wirkung: Den teilnehmenden Kindern fiel es zunehmend leichter, Gesichtsausdrücke von Personen zu deuten.

### Ethische Aspekte immer im Blick

Bei Projekten wie ERIK, die Forschung am/mit Menschen betreffen, berücksichtigen die Forschenden ELSI-Aspekte, kurz für »Ethic Legal Social Implication«: Sie beziehen Anwenderin und Anwender mit ein und holen standardmäßig das Votum einer Ethik-Kommission ein. Die Künstliche Intelligenz wird mit großen Datensätzen trainiert und angelernt. Im Falle der Kindermimik heißt das: Die Forscher lernen die KI mit Videos an, die Personen mit verschiedenen Gesichtsausdrücken zeigen – schließlich soll sie ja möglichst präzise trainiert werden. »Wir lassen uns bei jedem Forschungsansatz bestätigen, dass das, was wir machen, ethisch vertretbar ist«, betont Seuß. Auch besitzt SHORE® seit mehr als fünf Jahren ein Datenschutzsiegel.

### Emotionserkennung in der Werbung?

Nicht nur zu Therapie Zwecken kann die Mimikererkennung eingesetzt werden, sie bietet auch bei zahlreichen anderen Anwendungen Vorteile. Etwa im Bereich der Werbung. Zündet die Pointe bei der Zielgruppe? Wann entstehen positive Gefühle bei den Zuschauerinnen und Zuschauern – und wann sollte dementsprechend das Logo des Herstellers oder des Produkts eingeblendet werden? Solchen und ähnlichen Fragestellungen wollte das deutsche Marktforschungsinstitut GfK nachgehen und nutzte dafür ebenfalls die Gesichtserkennung SHORE®. »Die GfK zeigte Personen zu Hause am Rechner verschiedene Werbefilme, dabei wurden die Personen mit ihrer Einwilligung gefilmt. Das Video wurde zur GfK gesendet und dort mittels SHORE® analysiert«, erläutert Seuß.

### Neuaufgabe zum 15-jährigen SHORE®-Bestehen

Zum 15-jährigen Bestehen von SHORE® wurde die Technologie neu aufgelegt und die Daten können nun direkt im Browser analysiert werden. Videos müssen den Rechner somit gar nicht erst verlassen. Übertragen werden stattdessen lediglich die

Metadaten, also die Ergebnisse der Analyse. »Die Nutzung von WebAssembly erlaubt den Einsatz der Bibliothek nun auch in Webanwendungen. Das bietet den enormen Vorteil, dass kein Bildmaterial mehr übertragen werden muss«, sagt Seuß.

Eine weitere Neuerung: Auch die Herzrate ist via Gesichtsanalyse bestimmbar. Denn mit jedem Herzschlag geht eine Puls-welle durch den Körper, die die Farbe der Haut verändert. Was mit bloßem Auge nicht wahrnehmbar ist, kann die Kamera mit ihrer deutlich feineren Abstufung der Farberkennung unterscheiden. Die Künstliche Intelligenz ist somit in der Lage, über die pulsgesteuerte Veränderung der Farbtöne der Haut auf die Herzrate der Person zu schließen. Interessant ist das u. a. für Fahrermonitoring-Systeme: Über die Gesichtserkennung können Vitalparameter kamerabasiert und somit kontaktlos erfasst werden. Dies wollen die Forschenden des Fraunhofer IIS zukünftig noch ausbauen, um neben der HR-Erkennung noch mehr Biosignale via SHORE® detektieren zu können. »Dazu arbeiten wir eng mit unserer Nachbarabteilung »Digital Health Systems« zusammen sowie mit anderen Experten, die unsere Expertise optimal ergänzen«, verrät Seuß.

Zudem entwickelt das Forscherteam SHORE® in Richtung Crowd-Analyse weiter. »Wir wollen mittels SHORE® beispielsweise den Moment bemerken, in dem die Stimmung in großen Menschenmengen kippt«, erklärt Seuß. Die Voraussetzungen,



die die Technologie dafür bietet, könnten kaum besser sein: SHORE® kann bereits jetzt eine beliebige Anzahl von Gesichtern im Bild detektieren und gleichzeitig analysieren. Auch anderen möglichen Fragestellungen zeigen sich die Forschenden offen: In verschiedenen Projekten passen sie SHORE® entsprechend den Wünschen von Industriepartnern an.

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

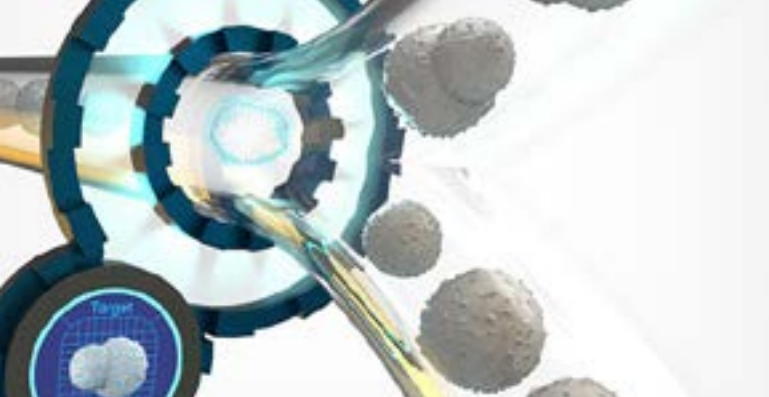
[youtu.be/Gg6b-tRu0c](https://youtu.be/Gg6b-tRu0c)



#### Kontakt

**Dr. Dominik Seuß**  
Bereich Smart Sensing and Electronics

Telefon +49 9131 776-5164  
dominik.seuss@iis.fraunhofer.de



Schematische Darstellung der bildbasierten Aussortierung von Zellpaaren

## IMAGO – Bildbasierte Zellsortierung

### Mit intelligenter Bildanalyse Zellen anhand ihres mikroskopischen Aussehens sortieren

Die Auftrennung heterogener Zellpopulationen ist in der modernen Biomedizin eine Schlüsseltechnologie. Im Forschungsprojekt IMAGO erreicht die Zellsortierung ein gänzlich neues Level, indem Zellen zukünftig auch anhand ortsauflöser Merkmale sortiert werden können. Darunter versteht man Merkmale, die das innere Erscheinungsbild von Zellen charakterisieren wie die Lage von Zellorganellen oder die Verteilung von Proteinen.

Dazu nutzt IMAGO intelligente Bildanalyseverfahren sowie neuronale Netze, die die Merkmale von Zellen erlernen, anhand derer die Sortierentscheidung getroffen wird. Im Erfolgsfall können durch den bildbasierten Ansatz bisherige Limitationen klassischer Sortierverfahren überwunden und der biomedizinischen Forschung neue Türen geöffnet werden, z. B. im Bereich der Immuntherapien.

Verantwortlich für die Zellsortierung ist am Fraunhofer IIS die Arbeitsgruppe Medizinische Bildverarbeitung. Diese entwickelt die Sortierentscheidung mittels hochauflösender, intelligenter Bildanalyse sowie eine Anwendungssoftware für zukünftige Nutzerinnen und Nutzer. Zusammen mit dem Institutsteil Bioanalytik und Bioprozesse (BB) des Fraunhofer-Instituts für Zelltherapie und Immunologie IZI, dem Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF und der Berliner Charité soll IMAGO im Rahmen des Fraunhofer-Programms PREPARE bis zur Marktreife geführt werden.

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



Das Bayerische Chip-Design-Center soll den Technologietransfer in die Wirtschaft fördern und die Ausbildung von hoch qualifizierten Chipdesign-Fachkräften stärken

## Bayerisches Chip-Design-Center stärkt die Wirtschaft

### Förderung des Freistaat Bayerns stärkt die Wettbewerbsfähigkeit der Mikroelektronik insbesondere im Mittelstand

Gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für Angewandte und Integrierte Sicherheit AISEC und der Fraunhofer-Einrichtung für Mikrosysteme und Festkörper-Technologien EMFT haben wir für das Vorprojekt des »Bayerischen Chip-Design-Centers«, kurz BCDC, einen Förderbescheid in Höhe von knapp 1 Mio. € von Bayerns Wirtschaftsminister Hubert Aiwanger erhalten. Das Vorprojekt widmet sich der Organisation und dem Aufbau von Strukturen und Netzwerken sowie ersten inhaltlichen Forschungsarbeiten als Basis für ein gemeinsames Chip-Design-Center. Langfristig soll das BCDC die bayerischen IC-Design-Kompetenzen ausbauen, ein Chipdesign-Ökosystem aufbauen und einen niederschweligen und zugleich risikominimierten Zugang zu anwendungsspezifischen ICs vor allem für kleine und mittelständische Unternehmen ermöglichen. Zugänge zu Fertigungskapazitäten sollen erweitert, der qualifizierte Einsatz soll beschleunigt und ein Weg zur schnelleren Einführung von Innovationen eröffnet werden. Teil der Agenda ist auch die Aus- und Weiterbildung von Nachwuchsfachkräften für das Chipdesign.

Das Fraunhofer IIS trägt mit seiner Spitzenforschung für mikroelektronische und informationstechnische Systemlösungen und Dienstleistungen sowie seiner Entwicklung innovativer und integrierter digitaler und Mixed-Signal-Systeme zum Projekt bei. Der Fokus liegt hierbei auf dem Chipdesign für verschiedenste Anwendungen sowie auf Designlösungen für zunehmend komplexer werdende elektronische Systeme. Darüber hinaus aggregieren wir den gesamten Entwicklungsprozess von der Idee bis zum Partner für Supply-Chain-Fragestellungen und bilden die Schnittstelle zu Halbleiterherstellern.

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

## Höhere Souveränität durch Chips im Bereich Cybersecurity

### Mehr Sicherheit im digitalen Zeitalter durch das Trusted Electronic Center Bayern

Durch die zunehmende Digitalisierung wird es immer wichtiger, Elektronik gegen Angriffe von außen zu schützen. Vertrauenswürdige Elektronik und Datensicherheit sind die Basis für alle sicheren, digitalen, vernetzten Systeme, das Internet der Dinge und für KI. Um dies zu gewährleisten, müssen Anbieter und Integratoren von Mikroelektronik deren Entwicklung und Fertigung nachvollziehen können und in der Lage sein, ihre Funktionen in Hard- und Software zu überprüfen.

Gemeinsam mit dem Fraunhofer AISEC sowie der Fraunhofer EMFT arbeiten wir im Projekt »Trusted Electronics« an genau diesen Lösungen.

Mit dem geplanten Trusted Electronic Center Bayern (TrEB) und dem damit verbundenen Ausbau der Forschungsinfrastruktur werden wir einen wichtigen Beitrag zur Entwicklung von maßgeschneiderten Technologie- und Systemlösungen für zuverlässige und vertrauenswürdige Elektronik leisten, um aktuelle und künftige Herausforderungen der Mikroelektronik zu lösen. Das Zentrum wird insbesondere bayerischen Industrieunternehmen und KMU als Anlaufstelle dienen. Es wird einen niedrigschweligen Zugang zu vertrauenswürdigen sicheren Technologien, integrierter analoger und digitaler Hardware mit Software, Systemschutzlösungen und hervorragend ausgestatteten Analyselaboren bieten.

Der Beitrag des Fraunhofer IIS ist, durch neuartige Methoden in Design und Test das geistige Eigentum entlang der Wertschöpfungskette mikroelektronischer Komponenten und Systeme zu schützen. Unser Fokus im Projekt liegt dabei auf der Entwicklung eines sicheren Designflows von Schaltungskomponenten und Prozessoren. Wir helfen zudem bei der Umsetzung von Lösungen zu einer Secure-Element-Plattform und zu sicherer neuromorpher Hardware ebenso wie zur Bereitstellung von IPs für funktional sichere Sensoren für Industrieanlagen, Automobilindustrie und Medizintechnik.

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

Prof. Dr. Kai Fischbach, Präsident der Otto-Friedrich-Universität Bamberg, Jonas Glüsenkamp, Zweiter Bürgermeister der Stadt Bamberg, Prof. Dr. Ute Schmid, Leiterin der Projektgruppe Comprehensible Artificial Intelligence, Melanie Huml MdL, Bayerische Staatsministerin für Europaangelegenheiten und Internationales, Johann Kalb, Landrat des Landkreises Bamberg, und Prof. Dr. Albert Heuberger, Institutsleiter des Fraunhofer IIS (v. l.)

## Vertrauenswürdige Künstliche Intelligenz

### Aus Schwarz wird Weiß: von den Blackbox-Entscheidungen Künstlicher Intelligenz zu einer Whitebox

Künstliche Intelligenz ist kaum zu toppen – etwa wenn es darum geht, große Mengen an Bilddaten zu klassifizieren oder einen Vielzahl an Zeitreihen zu analysieren. Doch wartet sie auch mit Herausforderungen auf: So basieren viele Anwendungen auf Blackbox-Modellen, es ist für den Menschen also nicht nachvollziehbar, wie ein KI-System zu seinen Entscheidungen kommt. Wie stellt man dennoch sicher, dass die Entscheidungen der Künstlichen Intelligenz vertrauenswürdige sind? Die Antwort liegt in fünf Aspekten: Transparenz, Verantwortlichkeit, Privatheit, Gerechtigkeit und Zuverlässigkeit.

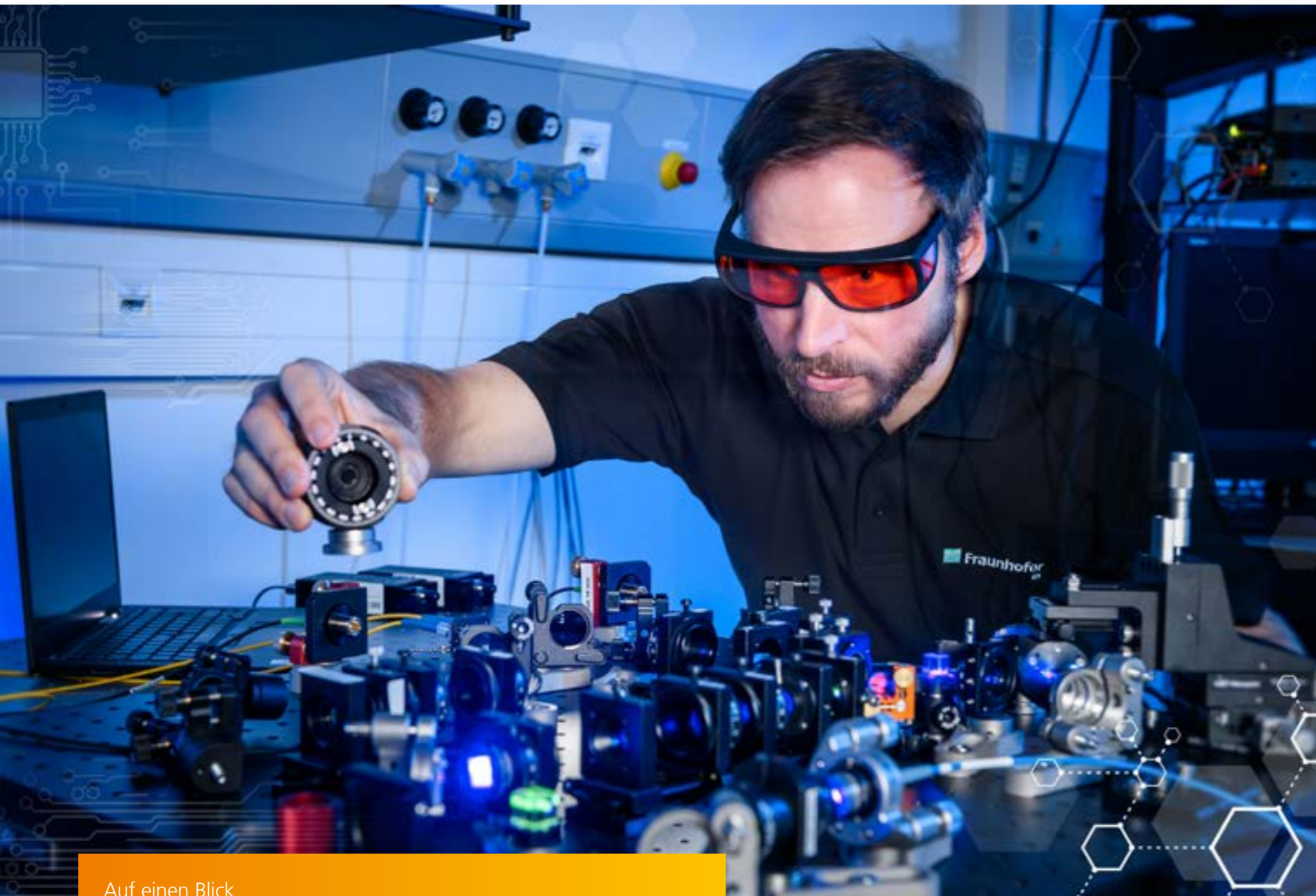
Der Schwerpunkt der Forschungsarbeit liegt neben Gerechtigkeit und Zuverlässigkeit vor allem auf dem Aspekt der Transparenz: Das Team der Projektgruppe Comprehensible Artificial Intelligence (CAI) entwickelt Ansätze, mit denen sich die Entscheidungen solcher Blackbox-Systeme in eine Whitebox überführen lassen und somit verstehbar werden – und zwar für ein breites Anwendungsspektrum. Wo beispielsweise liegt die Entscheidungsgrenze, an der die Künstliche Intelligenz ein Werkstück als Ausschuss klassifiziert? In puncto Gerechtigkeit entwickeln die Forschenden in CAI u. a. Methoden, die zu einer gerechten Datenbasis führen, bei der etwa Frauen, Kinder oder Menschen dunkler Hautfarbe integriert werden. Zuverlässigkeit erreicht das Team insbesondere durch sogenannte hybride oder neuro-symbolische Ansätze: Indem Wissen in den Lernprozess integriert wird, lassen sich bestimmte Entscheidungsfehler vermeiden.

Am 23. Mai 2022 besuchten Staatsministerin Melanie Huml MdL sowie weitere Vertreterinnen und Vertreter aus Politik, Industrie und Wirtschaft den Tag der offenen Tür an der Universität Bamberg und informierten sich über aktuelle Ergebnisse der Projektgruppe.

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

[youtu.be/A08U4Ui2TQE](https://youtu.be/A08U4Ui2TQE)





### Auf einen Blick

- 1 | Kommunikation auf der Basis des Quanten-Schlüsselaustausch-Prinzips kann nicht unbemerkt abgehört werden.
- 2 | Wir haben ein Applikationszentrum für die Quantenkommunikation aufgebaut, um die Entwicklung elektronischer Systeme hierfür in der Praxis zu unterstützen.
- 3 | Perspektivisch soll das Zentrum die hochsichere Signalübertragung von Sachsen bis nach Thüringen und auch Bayern demonstrieren.

# Quantengesicherte Datenübertragung made in Sachsen

Im Dresdner Institutsteil des Fraunhofer IIS ist ein Applikationszentrum für die praktische Anwendung der Quantenkommunikation entstanden. Die Technologie gilt als zukunftsweisend, da sie bei Hackerangriffen über besonders leistungsfähige Computer eine abhörsichere Datenübertragung ermöglicht. Ein Demonstrator für eine quantengesicherte Videokommunikation ist bereits eingerichtet.

Viele der heute beispielsweise beim Online-Banking eingesetzten kryptographischen Verschlüsselungsverfahren werden durch die voranschreitende Entwicklung von Quantencomputern prinzipiell angreifbar. Deshalb müssen neue Methoden für die sichere Übertragung von Daten und Informationen erforscht werden. Verschlüsselungsverfahren, mit denen die herkömmlichen ersetzt oder sinnvoll ergänzt werden können, existieren bereits. Die Basis hierfür ist ein geheimer Schlüssel, der ausschließlich Sender und Empfänger vorliegt. Hier setzt die Quantenkommunikation mit Systemen an, die mithilfe von Lichtquanten einen Schlüsselaustausch ermöglichen. Quantenschlüssel können aufgrund physikalischer Gesetze nicht unbemerkt abgehört werden. Die zu übertragenden Daten, die auf Basis der Quantentechnologie verschlüsselt werden, können dann über eine herkömmliche Verbindung transportiert werden.

*Justage einer verschränkten  
Photonenpaarquelle im  
Applikationszentrum  
Quantenkommunikation am  
Fraunhofer IIS/EAS*





### Innovationspotenzial für die Hochtechnologie

Das Applikationszentrum »Design skalierbarer Elektroniksysteme für die Quantenkommunikation« des Institutsteils EAS arbeitet daran, dieses technologische Prinzip für die praktische Anwendung zu erschließen. Ziel ist es, das Innovations- und Anwendungspotenzial der Technologie für die in Sachsen besonders stark vertretenen Hochtechnologien, etwa im Bereich der Mikro- und Nanoelektronik, zu unterstützen. Seit Sommer 2022 stellt deshalb das Zentrum für Unternehmen und Forschung flexible Experimentier- und Testumgebungen zur Elektronikentwicklung für Quantenkommunikationssysteme bereit. Dabei stehen beispielsweise modulare mikroelektronische Schaltungen auf Basis sogenannter Chipllets im Fokus. Dieser Ansatz ermöglicht es zum einen, Elektronik auch in geringen Stückzahlen kostengünstig zu produzieren. Zum anderen lassen sich so für die benötigten heterogenen Systeme besonders leistungsfähige Funktionseinheiten in der jeweils am besten geeigneten Technologie realisieren.

»Quantenkommunikation, also der Austausch von Daten mittels Qubits, wird unsere Welt nachhaltig verändern. Die Aussicht auf eine abhörsichere Übertragung von Daten lässt nur erahnen, welche Möglichkeiten diese Technologie eröffnet. Es braucht allerdings noch viele technische Innovationen, die die breite Nutzung dieser Technologie für Wirtschaft, Verwaltung und letztlich für jedermann ermöglichen. Das neue Applikationszentrum setzt hier an und wird in einem

## Das neue Applikationszentrum wird zentrale Entwicklungsschritte der Quantentechnologie mit prägen.

Partnernetzwerk genau diese Anwendungen entwickeln bzw. testen und damit zentrale Entwicklungsschritte der Quantentechnologie mit prägen«, sagt Sachsens Wissenschaftsminister Sebastian Gemkow.

### Demonstrator für die quantengesicherte Videokommunikation

Ein wichtiger Meilenstein des Applikationszentrums konnte 2022 mit der erfolgreichen Einrichtung eines prototypischen Quantenkommunikationssystems erreicht werden. »In einem ersten Schritt haben wir intensiv die quantengesicherte Kommunikation über Glasfaser in unserem Institutsgebäude an der Münchner Straße getestet«, berichtet Dr. Kay-Uwe Giering, Leiter des Applikationszentrums am Fraunhofer IIS/EAS. »Damit können wir nun anderen Forschungseinrichtungen und Unternehmen einen Demonstrator als praktische Testumgebung für eigene Entwicklungen von Elektronikkomponenten und -systemen zur Verfügung stellen.« Diese Experimentierumgebung basiert auf sogenannten verschränkten Photonenpaaren, die die Aufteilung eines zufälligen Schlüssels ermöglichen. Die Aufbauten verwenden Einzelphotonen und codieren das Schlüsselbit derzeit in der Photonenpolarisation oder in der Photonenphase. Darüber hinaus ist es mit der Testumgebung auch möglich, Design, Validierung und Optimierung leistungsfähiger elektronischer Schaltungen für die Quantenkommunikation in modernen Halbleitertechnologien

durchzuführen. »Dabei bietet der modulare Ansatz, den wir verfolgen, enorme Vorteile für unsere Partner«, so Giering weiter. »Er erlaubt nicht nur miniaturisierte und kosteneffiziente Elektronikbausteine, sondern verleiht ihnen auch höchste Leistungs- und Anpassungsfähigkeit.«

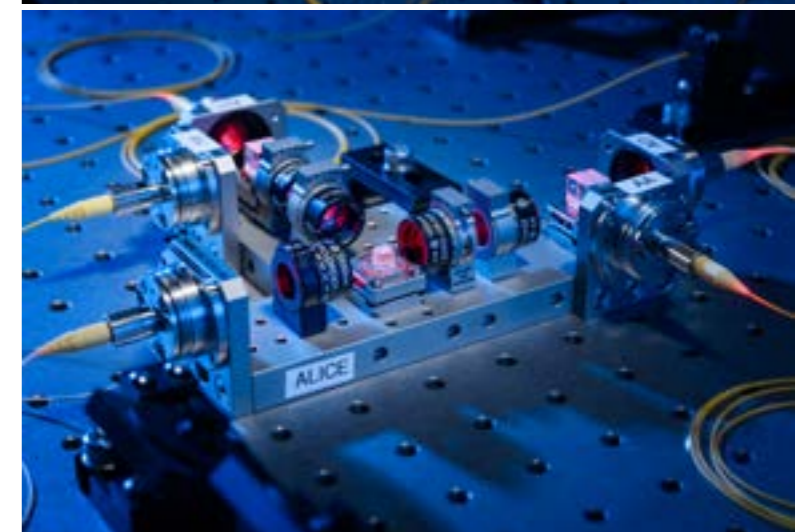
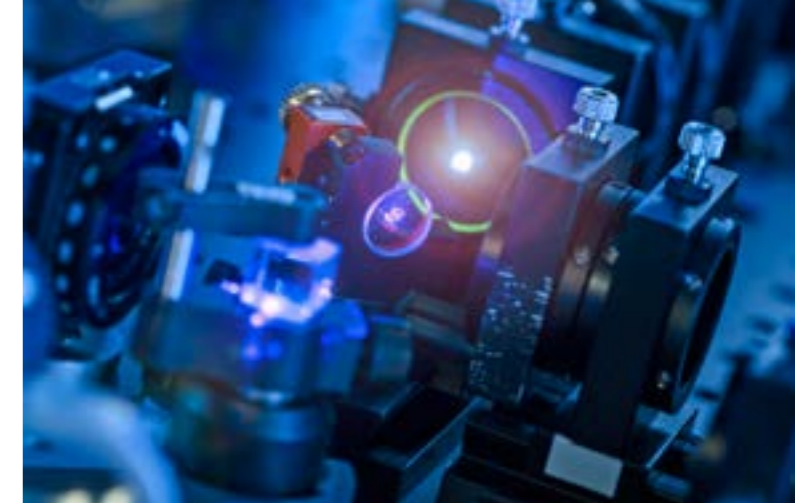
### Sichere Kommunikation zwischen den Freistaaten

Zukünftig ist für die hochsichere Signalübertragung eine schrittweise Vergrößerung der Entfernungen geplant: vom lokalen und regionalen Umfeld in Sachsen bis 2024 nach Thüringen und perspektivisch auch nach Bayern. Denn das Zentrum entsteht als eine Schwerpunkt-Forschungsinfrastruktur für die Etablierung der Quantenkommunikation unter dem Dach einer Initiative der drei Freistaaten. Die Länderaktivitäten wiederum flankieren die deutschlandweite Forschungsinitiative QuNET zur Entwicklung neuer Schlüsseltechnologien für die Quantenkommunikation, die vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert wird.

Der Aufbau des Applikationszentrums wird vom Sächsischen Staatsministerium für Wissenschaft, Kultur und Tourismus im Rahmen des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) mit rund 8 Mio. € gefördert. Die Maßnahme wird mitfinanziert durch Steuermittel auf der Grundlage des vom Sächsischen Landtag beschlossenen Haushalts.

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

[youtu.be/eHZQY1JIZX8](https://youtu.be/eHZQY1JIZX8)



#### Kontakt

#### Dr. Kay-Uwe Giering

Institutsteil Entwicklung Adaptiver Systeme EAS

Telefon +49 351 45691-202

kay-uwe.giering@eas.iis.fraunhofer.de

## Über das Projekt KISS

Mit der Entwicklung hin zu smarten Systemen und Produktionsmethoden sollen die Potenziale der maritimen Digitalisierung erschlossen und ressourceneffiziente Produktionsmethoden gestärkt werden. Unter Federführung der MEYER WERFT GmbH & Co. KG wollen die Laserline GmbH, die SLV Mecklenburg-Vorpommern GmbH und der Institutsteil Entwicklung Adaptiver Systeme EAS des Fraunhofer IIS bis 2025 gemeinsam an der Umsetzung der Projektziele arbeiten. Das Verbundprojekt KISS wird durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz im Rahmen des Programms Maritime Forschungsförderung gefördert.

## KI soll Schweißprozesse im Schiffbau optimieren

### Herstellung individueller Bauteile mit innovativem Schweißprozess auf KI-Basis

In vielen industriellen Branchen wird das Schweißen als eines der grundlegenden Verfahren für das Fügen von Bauteilen verwendet. Die derzeit im Schiffbau eingesetzten Schweißmethoden sind besonders effizient, wenn es darum geht, immer wieder gleichartige und flächige Komponenten vorzufertigen. Doch für die Branche ergeben sich zunehmend neue, komplexe und auch dreidimensionale Aufgabenstellungen im Bereich der Komponentenfertigung, wofür heutige Schweißroboter nicht ausgelegt sind.

Um große Zeitverluste und eine Verteuerung der Herstellung eines Schiffes zu vermeiden, arbeiten wir mit Partnern im Forschungsprojekts KISS (»KI-basierte Fertigungstechnologie für das autonome Laserschweißen komplexer Schiffstrukturen«) an einem neuen robusten und laserbasierten Schweißprozess. Dieser soll die Grundlage für erhebliche

Produktivitäts- und Qualitätssteigerungen in der schiffbaulichen Komponentenfertigung bilden. Um die Komplexität von Anwendungen beherrschbar zu machen, steht die Anwendung von Methoden der Künstlichen Intelligenz (KI) in verschiedenen Phasen der schweißtechnischen Fertigung im Mittelpunkt.

Mithilfe geeigneter KI-Methoden wollen die Projektpartner Ansätze erarbeiten, mit denen die gesamte Planung einer Reihenfolge der durchzuführenden Schweißnähte verbessert werden kann. Zudem sollen sie auch eingesetzt werden, um in einem neuartigen automatisierten Laserschweißprozess durch einen gezielten Wärmeeintrag jede einzelne Schweißnaht optimal zu gestalten. Insgesamt werden so Durchlaufzeiten verkürzt und Fehlerraten reduziert und gleichzeitig wird die Produktqualität verbessert.

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

## Standardbasierte Chiplets in der 5-nm-Prozesstechnologie von Samsung

### Designarbeiten unterstützen Einführung der Chiplet-Technologie auch für elektronische Produkte in kleineren Stückzahlen

Heute ist die Herstellung einer Chiplet-Schnittstelle von Chip zu Chip vor allem für Anwendungen, die in Großserie produziert werden, wirtschaftlich. Die kundenspezifische Umsetzung für Produktgruppen mit kleineren und mittleren Stückzahlen ist hiervon weitgehend ausgenommen. Für sie ist der Einsatz von Chiplets zurzeit noch zu aufwendig und unrentabel. Die Vorteile der Technologie, wie die größeren Freiheitsgrade bei der Auswahl der geeigneten Fertigungstechnologien für Schaltkreise, sind in diesem Marktsegment weitestgehend ungenutzt.

Um das zu ändern, arbeiten wir am Institutsteil Entwicklung Adaptiver Systeme EAS an der Umsetzung von individualisierbaren Lösungen auf Chiplet-Basis. Um diese sicher und effizient gestalten zu können, bedarf es allerdings einheitlicher Standards wie z. B. für die Die-to-Die-Kontaktierung. Nur so können auch für kleine Produktionsmengen Schaltkreise verschiedener Hersteller erfolgreich integriert und Probleme bei der Chipmontage vermieden werden.

»Wir freuen uns über die Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IIS/EAS bei der Umsetzung ihres Schnittstellen-IP-Projekts in unserer 5-nm-Prozesstechnologie«, sagt Kevin Yee, Senior Director of Marketing, Foundry IP and Ecosystem von Samsung Electronics. »Als führender IP-Partner in unserem SAFE™-Ökosystem und als Anbieter von BoW-basierten Schnittstellen-IPs, die auch für Samsung Foundry von Interesse sind, planen wir, zusammenzuarbeiten und Wege zu finden, um unsere gemeinsamen Kunden und die Industrie zu unterstützen.«

Hierfür hat unser Dresdner Elektronikdesign-Team im aktuellen Projekt den sogenannten BoW-Standard (Bunch of Wires) des Open Compute Projects (OCP) genutzt. »Dabei haben wir sogar die höchste vom BoW-Standard geforderte Datenrate von 16Gbit/s pro Lane erreichen können. Dies ist für uns eine sehr gute Ausgangsbasis für die Umsetzung von zukunftsweisenden Lösungen für unsere Kunden«, ergänzt Andy Heinig, Chiplet-Experte am Institutsteil EAS.

 [www.eas.iis.fraunhofer.de/chiplet-interface-ip-projekt](http://www.eas.iis.fraunhofer.de/chiplet-interface-ip-projekt)

## Hintergrund: Chiplets

Chip-Packaging-Lösungen auf der Basis von Chiplets ermöglichen die Einbindung verschiedener Funktionseinheiten auch in unterschiedlichen Technologien auf einem Substrat oder in einem 3D-Aufbau. Damit können Elektronik-Entwickler die jeweils passfähigsten Fertigungstechnologien nutzen, um z. B. Funktionalitäten, die Schaltkreise in neuesten Halbleitertechnologien benötigen, auf einige wenige zu konzentrieren, anstatt sie für den kompletten Chipaufbau verwenden zu müssen.

## Mit 5G in die Mobilität der Zukunft

### 5G-Funktionalitäten für vernetztes Fahren in realer Verkehrsumgebung erproben

Vernetztes Fahren rückt mit dem neuen Mobilfunkstandard 5G in greifbare Nähe. Denn schnellere Datenverbindung, minimale Verzögerungszeit und hohe Zuverlässigkeit ebnen den Weg zu optimierten Verkehrskonzepten, in denen Fahrzeuge mit ihrer Umwelt kommunizieren und sich intelligent in den Verkehrsfluss integrieren.

Ob das auch in der Praxis reibungslos funktioniert, können Unternehmen in unserem 5G-Bavaria-Testbed »Automotive« herausfinden. In dem vom Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie geförderten Testbed haben Unternehmen seit Mai die Möglichkeit, ihre 5G-Anwendungen einem Realitätscheck zu unterziehen. Auf diese Weise lassen sich Applikationen bereits vor Markteinführung unter verschiedenen Empfangsbedingungen auf Herz und Nieren prüfen. Hierfür bietet die kontrollierte und reproduzierbare Testumgebung südlich von Rosenheim aufgrund ihres heterogenen Straßengebiets die ideale Voraussetzung.

Insbesondere Entwicklerinnen und Entwickler, die neue Vernetzungslösungen in einem real existierenden Straßennetz erproben möchten, kommen im Testbed »Automotive« auf ihre

Kosten. Der Fokus liegt dabei auf dem Erproben der Übertragungstechnik sowie der Evaluierung spezifischer Sende- und Empfangskomponenten. Essenzielle Leistungsparameter wie Latenz, Zuverlässigkeit und Durchsatz geben hier wertvolle Rückschlüsse auf Servicequalität und User-Experience der jeweiligen Anwendung. Neue Funktionen, die das vernetzte Fahren mit sich bringt, lassen sich auf Testrouten in Rosenheim ebenso umfassend evaluieren wie die Qualität der Datenverbindung zwischen Fahrzeug und Funknetz sowie zwischen den Fahrzeugen.

Connected-Car-Szenarien können aber auch um Infrastrukturkomponenten wie stationäre Verkehrsüberwachungssysteme mit Objekterkennung erweitert werden. Unter Verwendung eines lokalen Multi-Access-Edge-Computing-Servers können zahlreiche Applikationen getestet werden, bei denen kurze Reaktionszeiten benötigt werden, eine Cloudverarbeitung zum Schutz der Privatsphäre vermieden werden soll oder eine lokale Datenverarbeitung bevorzugt wird, um den Netzwerkverkehr zu reduzieren.

[www.iis.fraunhofer.de/5g-testbed-automotive](http://www.iis.fraunhofer.de/5g-testbed-automotive)  
[youtu.be/l\\_K2vLer-mU](https://youtu.be/l_K2vLer-mU)

Vernetzte Automotive-Anwendungen mit 5G testen



## Neue Simulationsplattform verfügbar

### Vernetztes Fahren mit 5G auf unserer webbasierten Simulationsplattform C-V2XSim virtuell testen

Seit Sommer 2022 können Unternehmen kostenlos auf unsere webbasierte Simulationsplattform zugreifen und virtuell verschiedene Verkehrs- und Kommunikationsszenarien testen. »C-V2XSim« erleichtert und unterstützt damit die Entwicklung von Fahrzeugfunktionen für das vernetzte Fahren auf Basis des Mobilfunkstandards 5G.

Nach der Registrierung stehen den Userinnen und Usern umfangreiche Möglichkeiten zur Verfügung, die Verkehrs- und Mobilfunkumgebung, in der die Simulation stattfinden soll, ganz intuitiv selbst zu konfigurieren. Nach durchlaufener Simulation generiert C-V2XSim einen aussagekräftigen Ergebnisbericht, der detaillierte Kennzahlen zur Leistungsfähigkeit des Netzes im modellierten Szenario enthält.

Schwachstellen in der Mobilfunkabdeckung oder bei der Datenübertragung visualisiert das Tool beispielsweise in Form von Heatmaps, basierend auf echtem Kartenmaterial. So ist auf einen Blick erkennbar, ob eine geplante Anwendung in der fraglichen Umgebung durchgehend sicher umsetzbar ist. Für Unternehmen, die noch mehr Funktionsumfang benötigen, entwickeln wir C-V2XSim weiter. Neben erweiterten Optionen zur Konfiguration der Verkehrs-, Mobilfunk- und Ergebnisparameter stellen wir auf Wunsch eine Schnittstelle bereit, über die sich externe Simulatoren oder ganze Entwicklungsumgebungen mit C-V2XSim verknüpfen lassen.

In einem gemeinsamen Projekt mit der Firma Elektrobit haben wir auf diese Weise eine Ende-zu-Ende-Simulationsumgebung geschaffen, in der komplexe Fahrfunktionen modellbasiert entwickelt und anschließend mittels Simulation direkt im Anwendungskontext

getestet werden können. Das unterstützt Entwickelnde dabei, auftretende Probleme schnell zu identifizieren, die Algorithmen entsprechend zu korrigieren und die Fahrfunktionen anschließend erneut virtuell auf den Prüfstand zu stellen – alles mit nur einem einzigen Software-Tool. Erst wenn die softwarebasierte Validierung erfolgreich war, wird der Code generiert und in das Fahrzeug gebracht.

C-V2XSim ist Verkehrs-simulator und 5G-Simulator in einem



Bisher übliche, aber aufwendige Zwischenschritte, in denen die Software mehrmals auf Hardware übertragen und immer wieder im Fahrzeug getestet wird, fallen weg. So hilft C-V2XSim dabei, Softwareentwicklungszyklen deutlich zu verkürzen.

[www.iis.fraunhofer.de/cv2xsim](http://www.iis.fraunhofer.de/cv2xsim)  
[youtu.be/hWetNXP8Rdw](https://youtu.be/hWetNXP8Rdw)

# Durch Sensortechnik fit für den Klimawandel

Der Sommer 2022 hat es noch einmal deutlich gemacht: Die Landwirtschaft benötigt Pflanzen, die an den Klimawandel angepasst sind. Um Züchter bei der Selektion geeigneter Sorten zu unterstützen, entwickelt das Fraunhofer IIS optische und röntgenbasierte Hochleistungssysteme. Diese Technologien werden seit 2022 im neu gegründeten »Fraunhofer-Zentrum für Biogene Wertschöpfung und Smart Farming« weiterentwickelt.

## Auf einen Blick

- 1 | Das Entwicklungszentrum Röntgentechnik EZRT entwickelt Technologien, um äußere Merkmale von Pflanzen objektiv zu messen.
- 2 | Die Ergebnisse der Phänotypisierung unterstützen Züchter bei der Selektion von Nutzpflanzen, die an den Klimawandel angepasst sind.
- 3 | Das Fraunhofer IIS baut einen neuen Standort in Triesdorf, einem überregionalen Zentrum für landwirtschaftliche Forschung und Lehre, auf.



oben:  
Röntgenlicht ermöglicht den Blick in die Erde: Kartoffelknollen in fortgeschrittener Wachstumsphase

unten:  
Visualisierung ausgewaschener Wurzelstrukturen einer Maispflanze (optische Aufnahme)



Zum Kick-off-Meeting des Fraunhofer-Zentrums für Biogene Wertschöpfung und Smart Farming kam im Juli 2022 sogar Bayerns Wirtschaftsminister Hubert Aiwanger und unterstrich damit die Bedeutung des Forschungsverbunds, der in Mecklenburg-Vorpommern und Bayern etabliert wird. Ziel ist die Entwicklung innovativer Technologien für eine nachhaltige Landwirtschaft – vom Saatgut über die Lebensmittelverfahrenstechnik bis zum veredelten Produkt.

Im bayerischen Teilprojekt setzt das Entwicklungszentrum Röntgentechnik EZRT des Fraunhofer IIS beim Saatgut an. Genauer gesagt bei der Zucht von Nutzpflanzen, die an den Klimawandel angepasst sind. Die neuen Sorten müssen mit Hitze und Trockenheit klarkommen. Gleichzeitig sollen sie möglichst wenig Dünger und im Idealfall keine Pestizide mehr benötigen. »Die Menschen selektieren seit Jahrtausenden Nutzpflanzen anhand äußerer Merkmale«, erklärt Dr. Stefan Gerth, Abteilungsleiter am Fraunhofer EZRT. »Wir entwickeln Technologien, um diese Merkmale objektiv und reproduzierbar zu messen und anhand der Daten die Züchtung zu optimieren.« Betrachtet werden Faktoren wie Blattgröße, Blattstellung, Wurzelgeflecht oder Ertrag. Gemeinsam bestimmen diese Eigenschaften den Phänotyp, also das äußere Erscheinungsbild einer Pflanze.

### Kartoffeln beim Wachsen zusehen – ohne sie auszugraben

Als Stefan Gerth vor zehn Jahren begann, Kartoffeln zu röntgen, war er einer der Pioniere auf diesem bis dahin nahezu unerforschten Gebiet der zerstörungsfreien Phänotypisierung von unterirdischen Pflanzenteilen. Damals untersuchte er Kartoffeln, die unter Hitzestress stehen. Er wollte ihr Wachstum verfolgen, ohne sie auszugraben. Daher kultivierte er die Kartoffeln in Blumentöpfen und konstruierte mit seinem Team einen Computertomographen, um die Pflanzen zu röntgen. »Durch regelmäßiges Röntgen konnten wir genau beobachten, wie die Knollenbildung durch Hitze und Trockenheit beeinflusst wird«, berichtet Stefan Gerth.

Mit diesen Forschungen legte er die Grundlage für den Bau einer speziellen Röntgenkammer für Nutzpflanzen, die es in

dieser Form nur am Fraunhofer EZRT in Fürth gibt. Auf dem schmalen Fließband vor der Röntgenkammer stehen Töpfe mit Nutzpflanzen in Reih und Glied. Das Fließband positioniert die Pflanzen nacheinander in dem Computertomographen. Nur fünf Minuten später ist die nächste Pflanze an der Reihe. »Mit diesem System können wir sogar die feine Wurzelarchitektur von Weizen erfassen und beobachten, wie die Pflanzen auf Hitze- oder Trockenstress reagieren«, verdeutlicht Stefan Gerth. »Unsere Röntgenkabine ist das modernste und leistungsstärkste Röntgensystem für unterirdische Pflanzenteile.«

In Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer EZRT hat die niederländische Firma PhenoKey einen robusten CT-Scanner für die Pflanzenzucht entwickelt. Zu den Kunden gehören große Saat- zuchtunternehmen, in deren Gewächshäusern Zehntausende von Pflanzen stehen, die begutachtet werden müssen. Die CT-Aufnahmen haben eine enorm hohe Auflösung und sind rund 40 Gigabyte groß. Um diese Datenmengen für die Kunden handhabbar zu machen, analysieren Algorithmen die Datensätze automatisiert und kristallisieren die wichtigen Daten heraus.

### Die ganze Pflanze im Visier

Bei der Beurteilung der Zuchtpflanzen werden natürlich auch die oberirdischen Pflanzenteile vermessen. Hier stehen andere Fragen im Vordergrund: Stellt eine Pflanze ihre Blätter auf, um sich vor der Sonne zu schützen? Rolllt sie stressbedingt ihre Blätter ein? Antworten liefern hier vor allem optische 3D-Messungen, die digital erfasst werden.

Durch die Kombination von 3D-Bildern und Röntgenaufnahmen lassen sich noch tiefer gehende Informationen gewinnen. Wie das praktisch abläuft, zeigt der Feldroboter DeBiFix. Das hochbeinige Gefährt rollt ferngesteuert durch Weizenfelder. Während es sich seinen Weg durch die dicht stehenden Ähren bahnt, macht es kontinuierlich Röntgenaufnahmen der Pflanzen. Gleichzeitig erzeugt es mit einem optischen System 3D-Bilder. Anhand dieser Daten kann der Roboter quasi in die Weizenähren hineinschauen und erkennen, ob die angebaute Sorte einen guten Ertrag liefern wird.



### Neuer Standort im Zentrum für Landwirtschaft Triesdorf

Im Rahmen des Fraunhofer-Zentrums für Biogene Wertschöpfung und Smart Farming baut das Fraunhofer EZRT in Triesdorf einen neuen Standort für Pflanzen-Phänotypisierung auf. Triesdorf liegt in Mittelfranken und ist ein überregionales Zentrum für Landwirtschaft mit den Landwirtschaftlichen Lehranstalten und der Hochschule Weihenstephan-Triesdorf. Mit dem dortigen Kompetenzzentrum für digitale Agrarwirtschaft arbeitet das Fraunhofer EZRT bereits eng zusammen. »Der Standort Triesdorf ist ideal, um den Kontakt zur Landwirtschaft auszubauen und den Technologietransfer voranzutreiben«, betont Stefan Gerth. »Wir wollen mit unserer Forschungsarbeit vor allem kleine und mittelständische Pflanzenzuchtunternehmen unterstützen.«

Gleichzeitig intensiviert das Fraunhofer IIS die Kontakte zu den beiden anderen Fraunhofer-Instituten, die im Zentrum für Biogene Wertschöpfung und Smart Farming in Bayern aktiv sind.

Das Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung IVV in Freising arbeitet an Projekten zu einer nachhaltigen, ressourcenschonenden Nutzung regionaler Rohstoffe. Die Fraunhofer-Einrichtung für Mikrosysteme und Festkörpertechnologien EMFT in München bringt ihre Kompetenzen in den Bereichen Sensortechnologien, Systemintegration und Mikroaktork in das Zentrum ein. So wird z. B. in Triesdorf ein Testfeld mit Sensoren bestückt, um Klima- und Bodendaten in einem feinen Raster zu erfassen. Für Stefan Gerth bietet diese Zusammenarbeit einen großen Mehrwert: »Durch die Kombination der Umweltdaten mit unseren Daten aus der Phänotypisierung können wir den Züchtern noch präzisere Informationen für die Selektion der Pflanzen liefern.«

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

[youtu.be/Jr-IR51gp5U](https://youtu.be/Jr-IR51gp5U)



#### Kontakt

##### Dr. Stefan Gerth

Bereich Fraunhofer-Entwicklungszentrum Röntgentechnik EZRT

Telefon +49 911 58061-7658  
stefan.gerth@iis.fraunhofer.de

## Die letzten Geheimnisse der Chiffriermaschinen

Dank leistungsstarker Röntgentechnik wurde das Innere von 60 Chiffriergeräten aus der Sammlung des Deutschen Museums enträtselt

Ihr Innenleben gehört zu den bestgehüteten Geheimnissen überhaupt – denn schließlich waren die Maschinen selbst Geheimnisträger: Chiffriermaschinen, mit denen Militär, Geheimdienste, aber auch Banken ihre Botschaften verschlüsselten. Im vergangenen Jahr wurden 60 dieser Chiffriergeräte aus der Sammlung des Deutschen Museums in einem besonders leistungsstarken Röntgengerät buchstäblich durchleuchtet. Auch die von den Nazis eingesetzte »Enigma« und ihr deutlich weniger bekannter Nachfolger, das Schlüsselgerät 41, wurden am Fraunhofer-Entwicklungszentrum Röntgentechnik EZRT des Fraunhofer IIS in Fürth gescannt.

»Wir versprechen uns von diesem Forschungsprojekt neue Erkenntnisse über die Konstruktion der Chiffriergeräte und ihre Funktionsweise«, sagt die Kryptographie-Kuratorin des Deutschen Museums, Carola Dahlke. »Die Enigma ist recht gut erforscht, aber andere Chiffriergeräte lassen sich einfach nicht zerstörungsfrei öffnen.« Vor allem die Geräte der frühen Computerzeit geben viele Rätsel auf: Die Konstrukteure wollten natürlich das Innenleben der Maschinen vor unbefugten Einblicken schützen. »Manche Chiffriergeräte sind verschweißt

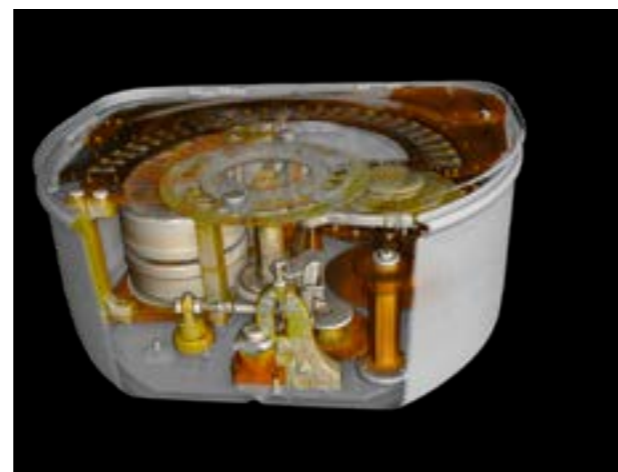
oder sogar mit einer rätselhaften Masse gefüllt, die dafür sorgt, dass das Innenleben der Maschine zerstört wird, wenn man das Gehäuse öffnet«, verrät Carola Dahlke. Das Innenleben der Geräte erforschen kann man dank modernster Technik am Fraunhofer EZRT in Fürth trotzdem.

Den dortigen XXL-Scanner kann man sich ungefähr vorstellen wie einen Computertomographen beim Arzt – nur dass sich hier keine Röhre um einen Menschen herumdreht, sondern das Objekt auf einem Drehteller platziert wird und sich dreht, während die Röntgenquelle an ihrem Platz bleibt. Und auch die Röntgenquelle ist viel stärker als bei einem medizinischen Gerät. »Das ist nötig, da die Objekte zu einem großen Teil aus Metall bestehen und für konventionelle Röntgenröhren damit schwer zu durchdringen sind«, erklärt Nils Reims, Projektleiter 3D-Cipher am Fraunhofer-Entwicklungszentrum Röntgentechnik EZRT. So lassen sich auch die letzten mechanischen Geheimnisse der streng geheimen Chiffriergeräte ans Licht bringen.

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

links:  
Vorsichtig werden die Chiffriermaschinen ausgepackt

unten:  
Das Röntgenbild einer Kryha-Chiffriermaschine



## PCBcycle – Elektronische Leiterplatten recyceln

Ein effektives Sortiersystem für Elektroaltgeräte

Elektronische Leiterplatten (engl. printed circuit boards, kurz PCBs) aus Elektroaltgeräten sind ein wertvoller Stoffstrom, der wichtige Rohstoffe wie Gold, Kupfer oder auch Palladium enthält.

Unterhaltungselektronik, Informations- und Telekommunikationstechnik stellen die Recyclingindustrie vor ein Problem: Es fehlt aktuell an geeigneten Methoden mit hoher Präzision und großem Durchsatz, um den genauen Wert von einer großen Menge Leiterplatten zu bestimmen.

Ziel des Projekts PCBcycle ist eine vollständige Online-Bewertung der PCBs mit direkt anschließender Sortierung. Das Ergebnis ist ein Sortiersystem und -verfahren für die automatische Sortierung von WPCBs (engl. waste printed circuit boards). Auf der Grundlage des vorhergesagten Wertes lässt sich entscheiden, ob die Entnahme wertvoller Komponenten wirtschaftlich ist.

Das System nimmt Dual-Energy-Röntgenbilder der PCBs auf einem Förderband auf. Diese Bilder werden vorverarbeitet und in ein tiefes neuronales Netzwerk eingespeist, das Einzelkomponenten erkennt. Das System berechnet den Wert jeder Komponente auf einer PCB. Das Besondere: Mit Röntgenbildern lassen sich Komponenten auf Vorder- und Rückseite gleichzeitig erkennen.

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

## For5G – Kirschbäume digital doubeln

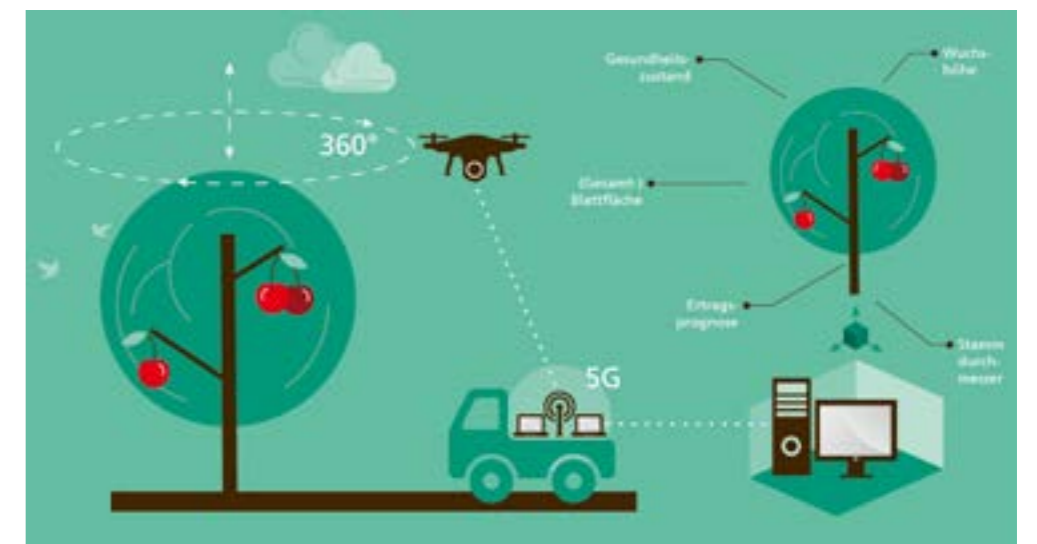
Kern des Projekts For5G ist die Erzeugung und Analyse eines digitalen Zwillinges von Obstbäumen

Im Rahmen des Projekts For5G wird eine praxisnahe 5G-Anwendung für den Kirschenanbau entwickelt. Herzstück des Projekts, das in der Fränkischen Schweiz verortet ist, ist die Erzeugung und Analyse eines Digitalen Zwillinges von Obstbäumen über ein 5G-Campusnetz. Die dabei gewonnenen Erkenntnisse sollen zukünftig auch auf andere Anwendungsfälle übertragen werden. Das Fraunhofer IIS, die Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU), die Hochschule Weihenstephan-Triesdorf (HWST) mit dem Institut für Gartenbau sowie der Landkreis Forchheim arbeiten gemeinsam an der Umsetzung. Das Projekt wird mit 1,4 Mio. € durch das Bundesministerium für Digitales und Verkehr gefördert.

Als erster Anwendungsfall wurde die in der Region großflächig kultivierte Süßkirsche ausgewählt. Der digitale Kirschaum-Zwilling soll Landwirtinnen und Landwirte bei der Ernteprognoze, der Erkennung von Stresszuständen sowie bei der Planung und Durchführung von Pflegemaßnahmen unterstützen und damit zu einer effizienteren und nachhaltigeren Bewirtschaftung der Obstgärten beitragen.

Die im Projekt zusammengeführten Kompetenzen im Bereich 5G und Phänotypisierung (Fraunhofer IIS) und Robotik und Visualisierung (FAU) mit Expertise im Obstbau (HWST/LK Forchheim) ergänzen sich optimal, um das Projekt erfolgreich durchzuführen.

[www.iis.fraunhofer.de/for5G](http://www.iis.fraunhofer.de/for5G)



## Wissensgraphen für die Industrie 4.0

### Mit vernetzten Daten zu intelligenteren Prozessanalysen und vertrauenswürdigerer Elektronik

Die digitale Fabrik von morgen wird sich zunehmend eigenständiger organisieren und auch vermehrt automatisiert bzw. selbstständig auf Störungen reagieren können. Um dies möglich zu machen, braucht es aber viele unterschiedliche und maschinenlesbare Daten. Dafür entwickelt unsere Arbeitsgruppe für Supply Chain Services sogenannte Wissensgraphen. Diese »Knowledge Graphs« verknüpfen mit Künstlicher Intelligenz (KI) Daten aus unterschiedlichen Quellen zu einem großen Datenpool. Mit dieser Technologie lassen sich Daten nicht nur repräsentieren; solche KI-basierte Wissensgraphen ermöglichen auch vorausschauende Analysen. Mit KI kann in einem solchen Datenraum beispielsweise vorausschauend analysiert werden, welcher Zeitpunkt für eine Reparatur geeignet ist, damit anstehende Aufträge bedarfsgerecht abgearbeitet werden können.

### »AI-Nalyze« – intelligente Analyse von Produktionsprozessen in Echtzeit

Eine Störung erfolgt oft zu einem ungünstigen Zeitpunkt. Im Projekt »AI-Nalyze« soll eine intelligente Prozessanalyse mit KI aus vorherigen Störungen lernen, um dann in Echtzeit zukünftige voraussehen zu können. Für das Gerätewerk der Siemens AG in Amberg arbeiten wir zusammen mit der Trevisto AG an transparent abgebildeten Prozessen, um so Steuerungs- und Verbesserungsmöglichkeiten zu finden. Daten wie Maschinen-Drehzahl, Stromverbrauch oder welche Werkstücke gerade im Einsatz sind, werden automatisch aufgezeichnet – ebenso wie Störungen. Aus diesen Smart-Factory-Daten sollen dann Prozesse in Echtzeit optimiert werden, indem eine KI z. B. einen optimalen Zeitpunkt für eine Wartung vorschlägt – bevor ein Schaden entsteht. Der zugrunde liegende Wissensgraph ermöglicht erst die Verknüpfung der verschiedenen Datenquellen und liefert damit den jeweiligen Systemkontext zu einzelnen Datenpunkten, den die KI dann mitberücksichtigen kann.

### »Welektronik« – ein Wiki für Elektronik-Hardware ohne Sicherheitslücken

Eine Backdoor ist eine in Elektronik-Hardware unerwünscht eingebaute Hintertür, mit der Hacker Sicherheitssysteme umgehen, um z. B. Firmennetzwerke auszuspionieren. Damit

vertrauenswürdige Lieferanten von der deutschen Mikroelektronik-Industrie sicher erkannt werden, entwickeln wir im Rahmen eines Fraunhofer-weiten Konsortialprojekts zu vertrauenswürdiger Elektronik (»Velektronik«) eine neue Software. Mit Wissensgraphen als Datenbasis bauen wir als Zwischenschritt »Welektronik« auf, ein offenes, kollaboratives Wiki zur Beschreibung von Liefernetzen und zur Analyse auf deren Vertrauenswürdigkeit hin. Die Daten hierfür werden aus öffentlichen Quellen wie Wikidata oder den Webseiten von Herstellern gewonnen, können aber auch von den Beteiligten der Lieferkette selbst eingepflegt werden.

[www.scs.fraunhofer.de/ai-nalyze](http://www.scs.fraunhofer.de/ai-nalyze)  
[www.scs.fraunhofer.de/welektronik](http://www.scs.fraunhofer.de/welektronik)

## Process Mining von Materialflüssen

### Verifikation innerbetrieblicher Materialflussprozesse in kleinteiligen Produktionsabläufen

Hohe Variantenvielfalt, kleine Losgrößen und Flexibilität: Die Aufgaben der innerbetrieblichen Logistik werden mit individualisierter Fertigung immer komplexer. In der Materialflusssteuerung steckt noch viel Optimierungspotenzial, aber insbesondere bei kleinen und mittleren Unternehmen sind die entsprechenden physischen Prozesse oftmals nur unzureichend digital abgebildet. Auch ist nicht immer klar, welche Prozesse tatsächlich wann und wie ausgeführt wurden. Im Projekt »Pro-Check« haben unsere Arbeitsgruppe für Supply Chain Services und unser Bereich Lokalisierung und Vernetzung deshalb daran geforscht, wie eine automatisierte und kontinuierliche Analyse, Optimierung und Überprüfung von Materialflussprozessen auch in kleinteiligen Produktionsabläufen ermöglicht werden kann. Dazu setzte das Team Methoden des Process Mining für diese physischen Materialflussprozesse ein. Für eine valide Datengrundlage wurden fehlende Daten und Informationen über cyber-physische Systeme (CPS) erhoben.

Anwendungspartner war ein produzierendes Unternehmen mit entsprechendem Anforderungsprofil wie räumlich verteilte Maschinen- und Montageplätze oder auftragsbezogenem Material- und Werkzeugbedarf. Dort installierten die Forschenden die benötigten CPS und führten parallel dazu Methoden des Process Mining auf den bereits vorhandenen ERP-Daten durch.

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

## Förderung intermodaler Verkehre

### Regionale Verladeplattform für KV-Terminals in Randlagenregionen

Viel spricht dafür, Transporte von der Straße auf die Schiene zu verlagern. Diese Verlagerung stößt in der Praxis jedoch schnell an die Grenzen der Umsetzbarkeit. In zentralen Regionen sind die dafür notwendigen Schienennetze oder Terminals des sogenannten Kombinierten Verkehrs (KV) bereits heute schon fast vollständig ausgelastet. Eine Erweiterung gestaltet sich aufgrund knapper Flächen als schwierig. Dagegen sind die Möglichkeiten von KV-Terminals in Randlagen in der Regel nicht ausgeschöpft.

Im Forschungsprojekt »ReVeLa – Entwicklung und Evaluierung einer regionalen Verladeplattform zur Nutzung von KV-Terminals in Randlagen von Metropolregionen« hat unsere Arbeitsgruppe für Supply Chain Services gemeinsam mit Bagszas Industrial Logistics in den vergangenen drei Jahren untersucht, wie der KV in Randlagen von Metropolregionen als umweltfreundliche Transportalternative unterstützt werden kann. Das Projekt setzt dabei auf nachhaltige Gestaltung von KV in Randlagen durch Digitalisierung, Förderung des Datenaustauschs und Steigerung der Attraktivität.

Zum Projektabschluss liegt ein neu entwickeltes, umsetzungsreifes Lösungskonzept für eine digitale KV-Informationsplattform vor.

[www.scs.fraunhofer.de/ReVeLa](http://www.scs.fraunhofer.de/ReVeLa)  
[www.scs.fraunhofer.de/praxishandbuch-revela](http://www.scs.fraunhofer.de/praxishandbuch-revela)

*Die Untersuchungen fanden am Beispiel des Terminalstandorts Schweinfurt/Mainfranken statt, in enger Zusammenarbeit mit Praktikern vor Ort: Unternehmen aus dem Kreis der genannten KV-Akteure, regionale Organisationen und Verbände sowie diverse Informationsplattform-Anbieter*



## Optimale Bestandsplanung unter Unsicherheit

### Mit Künstlicher Intelligenz die Bestandsplanung im Großhandel optimieren

Out-of-Stock heißt es in letzter Zeit immer wieder: Holz, Armaturen oder Toilettenpapier sind gerade dann nicht auf Lager, wenn es Kundinnen und Kunden benötigen. Andererseits blockieren nicht abgefragte Waren wertvolle Flächen. Die Steuerung von Lagerbeständen ist daher eine zentrale Herausforderung im Großhandel. Forschende unserer Arbeitsgruppe für Supply Chain Services verknüpfen dafür im Projekt »OBER« Prognosemodelle mit mathematischer Optimierung zu einer Künstlichen Intelligenz (KI), die auch Restriktionen wie Einkaufskonditionen, Lagerkapazität und Kapitalbindung berücksichtigt.

Zwar sind bereits mancherorts Prognosen im Einsatz, aber diese liefern häufig nur ein Mittel der vorherigen Absätze und damit Punktprognosen. Oft ist aber gerade der Unsicherheitsfaktor entscheidend, der Aussagen darüber zulässt, wie wahrscheinlich ein vorhergesagter Absatz über- oder unterschritten wird. Die Fraunhofer-KI nutzt neueste Prognosemodelle aus der Forschung, quantifiziert diesen Unsicherheitsfaktor und ermittelt auf dieser Basis für Disponentinnen und Disponenten die bestmögliche Bestellstrategie bezüglich Bestellmenge und -zeitpunkt. Das Projekt wird durch das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie gefördert. Partner sind Trevisto, Eisen-Fischer und FIS Informationssysteme und Consulting.

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

*KI-basierte Bestandsplanung im Lager: Einsatz neuester Prognosemodelle aus der Forschung zur Ermittlung der bestmöglichen Bestellstrategie*



## Bargeldversorgung resilienter machen

**Bargeldversorgung im Krisenfall: Optimierungsalgorithmus zur Bestimmung zentraler Bargeldbezugspunkte in Deutschland als Bestandteil eines neuen Sicherheitsrahmenkonzepts**

Ein intakter Bargeldkreislauf ist wichtig. Was passiert aber, wenn dieser Kreislauf durch Krisensituationen gestört wird und z. B. die heute weitverbreiteten elektronischen Bezahlmittel nicht mehr funktionieren?

Im Konsortialprojekt »Resilienz der Bargeldversorgung (BASIC)« entwickeln Bundesbank, Geschäftsbanken, Handelsunternehmen, Geld- und Wertdienstleister sowie Forschungseinrichtungen erstmals ein ganzheitliches Sicherheitsrahmenkonzept, das auf einen langfristigen Zeitraum ausgelegt ist und alle involvierten Akteure und deren Bedarfe berücksichtigt. Forschende unserer Arbeitsgruppe für Supply Chain Services bestimmen für gewisse Szenarien mit mathematischer Optimierung die optimale Bargeldbelieferung: Sie zeigen auf, welche Daten für eine Optimierung im jeweiligen Krisenfall vorliegen müssen. Und sie berechnen auf Basis der verfügbaren Daten die relevantesten Bargeldbezugspunkte (Geldautomaten und Banken), um diese priorisiert beliefern oder z. B. mit Notstromaggregaten krisensicher ausstatten zu können. Dabei kann der entwickelte Optimierungsalgorithmus über verschiedene Parameter individuell an das Krisensetting angepasst werden. Mit diesem neuen, integrierten Ansatz wird zukünftig Bargeld in Notsituationen überregional besser verfügbar sein.

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

## Wie digitale Argusaugen Brachflächen finden

**Mit Geodaten, Luft- und Satellitenbildern ungenutzte Gewerbeflächen aufspüren**

Verlassene Lagerhallen, leer stehende Industrieanlagen, nicht mehr genutzte Gewerbegrundstücke: In Deutschland gibt es viele dieser sogenannten Brownfields, die oft aber nur schwer zu recherchieren sind. Dem gegenüber steht ein hoher Bedarf an Gewerbeflächen expansionswilliger Unternehmen. Im Projekt »ARGOS – Aufklärung reaktivierbarer Gewerbeflächen mittels optisch-basierter Systeme« bringen Forschende unserer Arbeitsgruppe für Supply Chain Services einer Künstlichen Intelligenz (KI) bei, entsprechende Flächen zu identifizieren. Denn Brownfields haben viele Vorteile: Sie sind an Versorgungsnetze angeschlossen, liegen oftmals zentral und die infrastrukturelle Anbindung wie die Erreichbarkeit per Lkw ist gegeben.

**Brachliegende Nutzflächen aufspüren mit KI**

Eine KI kann trainiert werden, über Geodaten und Luft- und Satellitenbilder reaktivierbare Gewerbeflächen zu erkennen. Potenzielle Standorte werden damit sichtbar gemacht und neue gewerbliche Immobilienprojekte ermöglicht, was nicht nur aus wirtschaftlichen Gründen von Vorteil ist, sondern auch aus nachhaltigen: Denn für Neuansiedlungen und Unternehmenserweiterungen müssen keine neuen Flächen versiegelt werden. In einer Vorstudie wurde bereits deutschlandweit die Machbarkeit nachgewiesen.

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

## Technologien und Daten als Wegbereiter für eine zirkuläre Wirtschaft

**»Smart Circular Economy« für mehr Nachhaltigkeit und Ressourcenschonung**

Erdgas wird teuer, Mikrochips sind kaum lieferbar, auf fossiles Öl soll in Zukunft verzichtet werden und selbst Bauholz ist knapp. Globale Lieferengpässe, steigende Rohstoffpreise, schwindende Ressourcen, aber auch die strikten Nachhaltigkeitsziele der Bundesregierung wie Net-Zero bis 2045 machen eine zirkuläre Wirtschaft, in der Rohstoffe immer wieder neu verwendet werden, immer wichtiger.

In Unternehmen gibt es noch viel Potenzial für eine effizientere Ressourcennutzung. Doch damit Wertschöpfung zirkulär organisiert werden kann, braucht es Daten. Und die sollten für ein optimales Ergebnis richtig verknüpft sein: Wo befindet sich ein möglicher Rohstoff und wie ist sein Zustand? Wann ist die nächste Wartung einer Maschine fällig und welche Teile davon sind wiederverwendbar, reparierbar oder müssen recycelt werden? Um diese Informationen zu erhalten, können Technologien wie smarte Sensoren für die Sammlung von Daten oder KI-Methoden für entsprechende Datenanalysen eingesetzt werden. Da auch die Art der Nutzung einer Ressource den Lebenszyklus beeinflusst, beispielsweise wenn ein Gerät in salzhaltiger Luft oder in trockenen Hallen verwendet wird, müssen solche Aspekte bei einer möglichen Umsetzung ebenfalls berücksichtigt werden.

**Instrumente und Lösungen für die smarte Circular Economy**

Im Themenfeld »Smart Circular Economy« unterstützen Expertinnen und Experten der Arbeitsgruppe für Supply Chain Services Unternehmen dabei, Rohstoffe im eigenen Kreislauf nicht nur besser einzusetzen, sondern auch die Lebensdauer von Assets durch eine vorausschauende Wartung zu verlängern oder Produktkomponenten am Ende eines Lebenszyklus wiederverwerten zu können. Dafür betrachten die Forschenden die im Unternehmen und seinem Umfeld vorhandenen Möglichkeiten und leiten entsprechende Handlungsempfehlungen ab. In diesem Zusammenhang kommt ein am Fraunhofer IIS entwickeltes Instrument zum Einsatz – der »Smart Circularity-Transformationsnavigator«. Mit diesem »Ressourcen-Navigator« wird der jeweilige Reifegrad der zirkulären Wertschöpfung in einem Unternehmen als Status quo analysiert, um dann mit einem abgestimmten Transformations-Fahrplan die passenden Implementierungen ableiten zu können und gezielte Handlungsimpulse zu geben.

**Zirkulare Kreisläufe in der Metall- und Elektroindustrie**

Anwender sind beispielsweise das KME – Kompetenzzentrum Mittelstand GmbH sowie bayme – Bayerischer Unternehmensverband Metall und Elektro e. V. und vbm – Verband der Bayerischen Metall- und Elektro-Industrie e. V. Für sie erarbeitet die Arbeitsgruppe für Supply Chain Services eine Studie zum »Einsatz digitaler Technologien zur Realisierung von zirkulären Wirtschaftslösungen in der M+E-Industrie«. Darin werden für die Branche systematisch Nutzen und Potenziale digitaler Technologien analysiert und Handlungsfelder zur Umsetzung einer zirkulären Wertschöpfung identifiziert.

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



Smart Circular Economy: Mit Technologien und Daten weg von der linearen Wertschöpfung hin zur smarten Kreislaufwirtschaft



# Professionelle Mobilfunk- anwendungen mit internatio- naler Strahlkraft

Das Fraunhofer IIS hat ein bislang einzigartiges 5G-Angebot entwickelt, das ermöglicht, autonome Fahrzeuge, Produkte und Werkzeuge in Fabrikhallen präzise zu orten. Wie dieses System funktioniert und was der Mobilfunkstandard 5G für professionelle Mobilfunkanwender leisten kann, hat das Fraunhofer-IIS-Team erstmalig auf der neuen, positiv angenommenen Fachtagung »5G Connect« in seinem Nürnberger 5G-Bavaria-Testbed »Industrie 4.0« gezeigt. Auf der Veranstaltung konnte man mehr zu 5G, von der Automotive-Anwendung bis zur Satellitenkommunikation, erfahren, Lokalisierung in industriellen Umgebungen erleben, in die Welt der privaten Netze eintauchen und dabei die Chancen von Edge Computing kennenlernen.



## Auf einen Blick

- 1 | Auf Basis von 5G ist bereits heute eine Ortung mit einer Genauigkeit von bis zu 50 Zentimetern in komplexer Produktionsumgebung möglich.
- 2 | Die Fachtagung »5G Connect« hat sich als wichtige Veranstaltung für die professionellen Mobilfunkanwender erwiesen.
- 3 | Im Nürnberger 5G-Bavaria-Testbed »Industrie 4.0« können Unternehmen ihre 5G-Lösungen und -Konzepte herstellerunabhängig testen und weiterentwickeln.

Beim Thema 5G denken vermutlich viele Menschen zunächst an das Smartphone, an größere Bandbreite und kürzere Reaktionszeiten. Tatsächlich eröffnet 5G aber vor allem für professionelle Mobilfunkanwendungen wie in der Industrie ganz neue Möglichkeiten. Maschinen, Steuerungsgeräte, Kameras oder Sensoren werden sich künftig mit 5G noch besser als bisher miteinander verknüpfen lassen, die Produktion wird stärker automatisiert und vor allem flexibler gemacht. Weit weniger bekannt ist, dass sich der 5G-Standard noch für eine ganz andere industrielle Anwendung eignet – die präzise Lokalisierung und zuverlässige Steuerung von beispielsweise autonomen Transportfahrzeugen oder Produkten im Herstellungsprozess. Das Fraunhofer IIS forscht bereits seit rund 20 Jahren an Ortungstechnologien und arbeitet schon länger mit Funkfrequenzen und -signalen, die heute beim 5G-Standard zum Einsatz kommen. Für die Forschung stehen ein 5G-Testzentrum und zwei 5G-Testbeds zur Verfügung. Hersteller von 5G-Technik, Netzbetreiber und vor allem Unternehmen können hier zusammen mit den Fraunhofer-Fachleuten Anwendungen, Konzepte und Neuentwicklungen testen. Die Fraunhofer-IIS-Expertise hat weltweit Strahlkraft: Das zeigte sich bei der internationalen Fachtagung »5G Connect«, die das Institut am 29. September 2022 zum ersten Mal veranstaltet hat.

### 200 professionelle Mobilfunkanwenderinnen und -anwender aus Europa und Amerika zu Gast

Im Nürnberger Testzentrum kamen rund 100 Fachleute zusammen, um sich über den aktuellen Forschungsstand zu den industriellen 5G-Anwendungen zu informieren, darunter Fachleute aus den USA, Kanada und vielen europäischen Ländern. Per Online-Plattform waren circa 100 weitere internationale Teilnehmende zugeschaltet. Eines der Highlights der Veranstaltung war die 5G-Ortung eines Flurförderzeugs in einem 5G-Campusnetz. »Das Gefährt ist mit einem handelsüblichen 5G-Modem ausgestattet«, sagt Karin Loidl, Expertin für Lokalisierung und Vernetzung, die die Fachtagung organisiert hat. »Aber unser lokales 5G-Netz haben wir mit Algorithmen erweitert, um das Fahrzeug in realer Umgebung auf etwa 50 Zentimeter genau lokalisieren zu können. Der Entwicklungsschritt dahin ist enorm gewesen«, betont sie, »denn um Fahrzeuge per Funk zu orten, ist normalerweise zusätzliche Technik nötig, die eigens installiert und vernetzt werden muss. Wir hingegen setzen den 5G-Standard ein, der Kommunikation und Lokalisierung in einem System verbindet und künftig fast überall, auch in den meisten Werkhallen, vorhanden sein wird. Wir kommen damit ganz ohne zusätzliche Technik aus; abgesehen natürlich von den Laserscannern an Bord, die helfen, Kollisionen zu vermeiden.« Entsprechend begeistert seien die Gäste der »5G Connect« gewesen, als das kleine Fahrzeug durch die Halle fuhr.

### Präzise Ortung in fordernden Umgebungen

Der 5G-Standard wird seit gut zwei Jahren weltweit ausgerollt. Dass das Fraunhofer IIS bereits jetzt eine so leistungsfähige Lokalisierung für den Einsatz in Unternehmenslösungen präsentieren konnte, liegt vor allem an der langjährigen Entwicklung der Algorithmen, die die Funksignale verarbeiten. »Fabriken und Produktionsumgebungen stecken voller Hindernisse und Störquellen, die die Signalverarbeitung erschweren«, meint Maximilian Kasperek, Experte für die Entwicklung der Algorithmen. Dort gebe es viel Metall, das Funksignale sowohl reflektieren als auch abschatten kann. Zudem verändere sich die Umgebung häufig, weil Material produktionsnah zwischengelagert wird. Für die Lokalisierung ist das ein enorm herausforderndes Umfeld. Die am Fraunhofer IIS entwickelten Algorithmen sind in der Lage, die 5G-Signale trotz Störungen richtig zu interpretieren. Doch 5G ist nicht alles. Am Fraunhofer IIS gibt es Expertise in ganz verschiedenen Funkstandards und Methoden. Diese werden gemeinsam bei Fahrzeugen eingesetzt, die sowohl in Gebäuden als auch draußen auf dem Hof unterwegs sind. So wird 5G beispielsweise mit der Satelliten-Navigation kombiniert. »Wir nutzen u. a. die Signale des europäischen Satellitensystems Galileo«, verrät Jan Niklas Bauer, der für die Umsetzung der Lokalisierung im 5G-Bavaria-Testbed »Industrie 4.0« in Nürnberg zuständig ist. »Damit können Anwenderinnen und Anwender nicht nur nahtlos zwischen Satelliten- und 5G-Navigation wechseln, die Technologien können sich auch gegenseitig unterstützen, um die Lokalisierung insgesamt zuverlässiger zu machen.«



### Das Fraunhofer IIS als neutraler Forschungspartner

Eine Stärke des Nürnberger 5G-Testbeds besteht darin, dass Interessentinnen und Interessenten hier Technologien unabhängig von Herstellern testen können. »Wir bieten Tests in ganz verschiedenen Systemumgebungen an«, sagt Karin Loidl. »So können wir Anwendungen neutral bewerten. Unsere Algorithmen, z. B. zur Lokalisierung, orientieren sich auf diese Weise nicht an bestimmten Anbietern. Jeder kann von den Ergebnissen profitieren und damit neue Angebote rund um 5G mit uns entwickeln.« Da Karin Loidl und ihre Kolleginnen und Kollegen auch im internationalen 5G-Standardisierungs-Gremium 3GPP mitarbeiten, bietet das Fraunhofer IIS Informationen aus erster Hand. »Wir können damit recht gut einschätzen, welche Lösung für unsere Industriepartner sinnvoll ist oder welche Hürden sich auftun könnten.«

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

*Das Projekt 5G-Bavaria-Testbed »Industrie 4.0« wird durch das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie gefördert*



#### Kontakt

**Karin Loidl**  
Bereich Lokalisierung und Vernetzung

Telefon +49 911 58061-9413  
karin.loidl@iis.fraunhofer.de

## Intelligent und nachhaltig

Die intelligente Schraubverbindung Q-Bo® ermöglicht drahtlose, energieeffiziente und zuverlässige IoT-Sensorik für »Condition Monitoring 4.0«

Schraubverbindungen sind elementar für die Konstruktion von Bauwerken, Maschinen und Fahrzeugen. Sie sichern Brücken und Gebäude, halten Flanschverbindungen dicht und sorgen dafür, dass Räder und Rotoren fest sitzen. Aber ihre Inspektion in Wartungsroutinen ist aufwendig und kostenintensiv.

Schrauben so intelligent zu machen, dass sie Probleme rechtzeitig vor dem Schadensfall melden, war das Ziel eines Forschungsprojekts zur intelligenten Schraubverbindung Q-Bo® des institutsübergreifenden Forscherteams im Fraunhofer Cluster of Excellence for Cognitive Internet Technologies CCIT, bestehend aus dem Fraunhofer IIS sowie den Fraunhofer-Instituten für Schicht- und Oberflächentechnik IST, für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit LBF und für Angewandte und Integrierte Sicherheit AISEC.



oben:  
Die intelligente Schraubverbindung Q-Bo® sichert Bauwerke und Windkraftanlagen

unten:  
Sensitiv, intelligent, robust und energieautark: Das ist die intelligente Schraubverbindung Q-Bo®

### Intelligent und sensitiv

Über eine piezoresistive, druckempfindliche Dünnschicht auf einer Beilagscheibe wird an drei Stellen die Vorspannung einer Schraubverbindung gemessen. Durch die drei Messstellen ist sichergestellt, dass sogar ein Verkippen der Schraubverbindung erkannt wird. Der Messwert wird dann über einen Funksender weitergegeben. Eine zusätzliche Temperaturerfassung auf der Beilagscheibe berücksichtigt und korrigiert Temperatureinflüsse auf die Messung.

### Energieautark, robust und zuverlässig

Damit viele dieser intelligenten Q-Bo® energieeffizient bzw. -autark arbeiten können, integrierten die Expertinnen und Experten des Fraunhofer IIS in ihren Funksender Energy-Harvesting-Technologien. Ein thermoelektrischer Energiewandler erzeugt ausreichend Strom bei nur geringen Temperaturunterschieden für den Betrieb des Funksensors. Auch kleine Solarzellen können genutzt werden, um den Energiebedarf des Funksensors komplett zu decken. So entfällt das Auswechseln oder Nachladen von Batterien. Mit der ebenfalls am Fraunhofer IIS entwickelten LPWAN-Technologie mioty® lassen sich durch das robuste Telegram-Splitting-Verfahren zuverlässig Daten über mehrere Kilometer senden. So kann eine Basisstation mehr als 3,5 Millionen Datenpakete pro Tag empfangen und weiterleiten. Das mioty®-Protokoll ist so störsicher, dass selbst bei Verlust von 50 Prozent der übertragenen Datenpakete alle relevanten Informationen sicher ihr Ziel erreichen. Dank kryptographischer Verschlüsselung ist die Datenübertragung jeder Schraube manipulationssicher.

Q-Bo® ist bereits bei mehreren Unternehmen in der Evaluierungsphase.

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

[youtu.be/p\\_L9FCJfJzs](https://youtu.be/p_L9FCJfJzs)

## Digitaltechnik trifft stationäre Pflege

Im Projekt DiSPnet wird eine Vernetzungstechnologie für eine anlassbezogene Pflege entwickelt

Im Projekt »Digitale assistive Sensortechnologien in der stationären Pflege vernetzen«, kurz DiSPnet, soll die Pflege durch digital gestützte Sensortechnologien leichter und effizienter werden. Alle Beteiligten, von der Pflegekraft bis zum Pflegebedürftigen, können davon profitieren. Daran arbeiten wir zusammen mit der moio GmbH, dem Bayerischen Roten Kreuz und der Wilhelm-Löhe-Hochschule. Derzeit wird der Einsatz der mioty®-Technologie für das Monitoring und damit die präventive Vermeidung eines Dekubitus erprobt.

Mit der mioty®-Technologie können entsprechende Sensoren auch in schwierigen Gebäudestrukturen im Gegensatz zu üblichen WLAN- oder Mobilfunk-Lösungen betrieben werden, beispielsweise in Gebäuden aus Stahlbeton. Durch das spezielle Funkprotokoll erreichen alle wichtigen Daten von mehreren Tausend Sensoren sicher, zuverlässig und gleichzeitig die Basisstation. Die energieeffiziente Übertragung schont die Sensorbatterien und garantiert lange Laufzeiten.

Wir bieten mit mioty® eine digitale Vernetzungstechnologie, die zu einer anlassbezogenen Pflege beiträgt. Pflegekräfte werden schneller über den Zustand der Pflegebedürftigen und über notwendige Maßnahmen informiert. Der kosteneffiziente Betrieb und die Nachrüstbarkeit zeichnen mioty® zusätzlich aus.

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

Mit Quanten das Reinforcement Learning für Industrieanwendungen realisieren

## QBits für industrielle Anwendungen

Im Projekt QLindA wird Quantencomputing mit KI-Verfahren für Industrieanwendungen kombiniert

Die Quantenphysik hält Einzug in Technologieentwicklungen, die unter Einsatz von Künstlicher Intelligenz (KI) und Maschinellen Lernen Industrieanwendungen effizienter machen sollen. Im Projekt QLindA erforschen wir zusammen mit der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, der Ostbayerischen Technischen Hochschule Regensburg und den Unternehmen Siemens und IQM die Kombination von Quantencomputing mit KI-Technologien für das sogenannte Reinforcement Learning (RL). Dabei erlernt ein System in Trial-and-Error-Zyklen selbstständig die beste Strategie zur Zielerreichung. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler untersuchen zusammen mit Anwenderinnen und Anwendern, wie RL auf Quantencomputern realisiert werden kann. Mögliche Anwendungen können z. B. die auf RL basierende Regelungsoptimierung in der Prozessindustrie, der Einsatz verteilter Automatisierungssysteme in der Smart Factory und die Optimierung in der Produktionsplanung sein. Das Projekt startete, gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung, im vergangenen Jahr. Inhalt ist die Entwicklung neuartiger Algorithmen für den Betrieb von Quantencomputern, die Evaluierung von Methoden, die Erstellung einer Bibliothek für den Einsatz in industriellen Anwendungen und Potenzial- bzw. Limitierungsbetrachtungen für die Verwendung der Algorithmen.

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

[youtu.be/rYHRsfEM4ww](https://youtu.be/rYHRsfEM4ww)



# KI-Technologie für deutliche TV-Dialoge

Beschwerden über schwer verständliche Sprache sind bei den meisten Fernsehsendern ein wohlbekanntes Problem. Unsere KI-basierte Technologie MPEG-H Dialog+ bietet neue Möglichkeiten, aus bestehenden Audiomischungen eine alternative »Klare Sprache«-Version mit abgesenkten Geräuschen und Musik zu erzeugen. Diese wird den Nutzenden als zusätzliche Tonspur im On-Demand-Segment der ARD Mediathek zur Verfügung gestellt.

## Auf einen Blick

- 1 Die KI-gestützte Technologie MPEG-H Dialog+ verbessert die Dialogverständlichkeit im Fernsehen – etwa in der ARD Mediathek.
- 2 Die Fraunhofer-IIS-Technologie MPEG-H Dialog+ erlaubt die sukzessive Umstellung auf die Medienformate der Zukunft.
- 3 Mit automatisierten Workflows und cloudbasierten Lösungen ermöglichen wir kosteneffiziente, skalierbare und zukunftssichere Investitionen.



Im Jahr 1991 dokumentierte erstmals eine Studie der englischen BBC regelmäßige Beschwerden über schwer verständliche Sprache in Filmen. Als Grund für die Verständnisschwierigkeiten wurden die zu hohe Lautstärke von Hintergrundgeräuschen und Musik identifiziert. Die Ergebnisse der Studie waren jedoch nicht eindeutig; es erschloss sich erst später, dass persönliche Präferenz und Höranstrengung für das Sprachverständnis von größter Bedeutung sind. In der Studie wurde auch darauf hingewiesen, dass das Rundfunksystem, das damals genutzt wurde, nicht in der Lage sei, eine zusätzliche Tonspur mit erhöhtem Sprachpegel zu übertragen. Mittlerweile hat sich vieles geändert: Schon 2011 führten die BBC und das Fraunhofer IIS während der Wimbledon Championships einen öffentlichen Feldtest durch, bei dem die Zuschauerinnen und Zuschauer die Möglichkeit hatten, den Dialogpegel zu personalisieren. Damit war Dialogue Enhancement als vom Sender ermöglichter »objektbasierter« Service geboren (siehe Infokasten Folgeseite).

Doch obwohl die objektbasierte Soundproduktion weltweit zunehmend an Bedeutung gewinnt, werden auch heute die meisten Inhalte noch rein kanalbasiert produziert, übertragen und archiviert. Für die Separation von Dialog aus TV-Inhalten wurden bis vor wenigen Jahren noch traditionelle, modellbasierte Signalverarbeitungsmethoden eingesetzt. Heute werden diese Ansätze von Deep Neural Networks (DNNs) an Leistung deutlich übertroffen. Auch MPEG-H Dialog+ nutzt modernste DNNs, um eine Dialogseparation und damit die Personalisierung des Dialogs mit hoher Qualität auch für Archivmaterial zu ermöglichen. Der Erfolg gibt dem Ansatz recht: Die Technologie wurde für die ersten nationalen Feldtests in Deutschland eingesetzt, in denen DNNs Dialog-Personalisierung im TV ermöglichen konnten.

Objektbasiertes Audio (OBA) wie die Technologie MPEG-H Audio des Fraunhofer IIS liefert die Komponenten eines Audiomix als separate Objekte an das Endgerät. Das ermöglicht Nutzenden die Anpassung von Audioinhalten an den persönlichen Geschmack, beispielsweise durch Auswahl definierter Presets oder die Justierung von einzelnen Elementen in einem produktionsseitig vorgegebenen Rahmen. Der finale Mix entsteht also erst im Wiedergabegerät und ist damit perfekt an die individuelle Situation angepasst.

### Hochleistungstraining für Netzwerke

MPEG-H Dialog+ ist eine dateibasierte Dialogseparations-Technologie, die am Fraunhofer IIS entwickelt wurde. Ihr Kern ist ein neuronales Netzwerk, das die Dialogtrennung durchführt – in diesem Fall ein »Deep Convolutional Neural Network«. Es wird mit einer speziell aufbereiteten Audiodatenbank trainiert. Die Trainingsdaten basieren auf realen Sendehalten, die dem Fraunhofer IIS von Fernsehsendern und Produktionsfirmen zur Verfügung gestellt werden. Für das DNN-Training werden Dialog sowie Musik und Effekte (M&E) als separate Stems benötigt. Bei Stems handelt es sich um zusammengefasste Tonspuren. Die Audio-Stems werden manuell editiert, um alle Teile auszuschließen, bei denen Nicht-Sprachgeräusche im Dialog-Stem oder Sprache im M&E-Stem vorhanden sind. Dies verhindert ein fehlerhaftes Training, bei dem beispielsweise Geräusche fälschlich als Sprache erkannt und getrennt werden.

Das neuronale Netzwerk erhält als Eingangssignal den Mix aus den Komponenten und separiert sie dann automatisch, sodass sie am Ausgang wieder als einzelne Elemente vorliegen und neu zusammengemischt werden können. Ziel ist es, diese Elemente weitestgehend an die separat vorliegenden Komponenten anzunähern. Eine möglichst große Vielfalt der Trainingsdaten ist hierbei für Qualität und Robustheit des Modells essenziell, um die Bandbreite der Sendungsinhalte abdecken zu können. In den Daten sind sowohl Sprecherinnen als auch Sprecher vertreten. Die Beiträge stammen aus verschiedenen Genres, von Naturdokumentationen bis hin zu Sportsendungen und Spielfilmen. Die Sprache der Trainingsinhalte ist bisher überwiegend Deutsch, aber erste Projekte in anderen Sprachen deuten darauf hin, dass Dialog+ auch hier gute Ergebnisse liefern kann.

### Die Mischung macht's

Dialogseparation ermöglicht es, Dialog- und Nicht-Dialog-Signale in bestehenden Mischungen zu trennen. Aber was macht man danach mit den getrennten Komponenten, um eine neue, besser verständliche Tonmischung zu erhalten? Hier kommt das

automatische Remixing von MPEG-H Dialog+ ins Spiel, bei dem eine statische und eine zeitlich variierende, dynamische Hintergrundabsenkung kombiniert werden können. Die statische Absenkung verringert den Pegel des separierten Hintergrunds über das gesamte Signal hinweg um einen vorgegebenen dB-Wert. Dies hat mehrere Vorteile, wie beispielsweise die generelle Absenkung von Sounddesign und Musik, deren oftmals recht hoher Pegel von vielen Menschen als störend empfunden wird, oder auch die klare und schnelle Unterscheidbarkeit von Originalmischung und »Klare Sprache«-Fassung. Eine Absenkung des Hintergrunds ohne das Vorhandensein eines Dialogs ist jedoch nicht zwingend notwendig, im Extremfall kann sie sogar Ästhetik, künstlerische Intention und Klänge von erzählerischer Bedeutung stören. In solchen Fällen ist es sinnvoll, den Hintergrundpegel nur dann abzusenken, wenn das Dialogsignal vorhanden ist und nur so viel abzusenken, wie zwingend erforderlich. Auch hierfür gibt es eine Lösung des Fraunhofer IIS: den »Adaptive Background Attenuation«-Algorithmus, der mithilfe weniger einstellbarer Parameter automatisch eine dynamische neue Mischung generiert.

### »Klare Sprache« für die ARD Mediathek

Ist Sprachverständlichkeit wirklich ein so ein großes Problem? Die kurze Antwort: Ja! Die Liste an Beschwerden über unverständliche Sprache ist lang. Aus diesem Grund wurde 2020 vom Westdeutschen Rundfunk (WDR) und vom Fraunhofer IIS ein gemeinsamer Online-Test durchgeführt. Über 2000 Menschen nahmen daran teil und konnten im ARD-Player zwischen dem Original-Mix und einer Version mit abgesenktem Hintergrund umschalten, welche die ARD »Klare Sprache« nennt. Im Anschluss daran beantworteten die Hörerinnen und Hörer eine Online-Umfrage. Hier stellte sich heraus, dass 68 Prozent aller Teilnehmenden oft oder sehr oft Probleme haben, TV-Dialoge zu verstehen. Diese Problematik verstärkt sich mit zunehmendem Alter. 90 Prozent aller Teilnehmenden über 60 Jahren gaben Schwierigkeiten beim Verständnis von TV-Dialogen an. Die Möglichkeit, zu einer »Klare Sprache«-Mischung zu wechseln, gefiel 83 Prozent aller Teilnehmenden – auch denen, die angaben, keine oder wenig Probleme mit der Sprachverständlichkeit zu haben. Dies zeigt, dass es sich nicht um ein Randthema handelt, sondern sich der Wunsch nach besser verständlicher Sprache bzw. nach einer Auswahlmöglichkeit durch die gesamte Hörerschaft zieht.

Anschließend wurden bei den Kooperationspartnern WDR und Bayerischer Rundfunk (BR) Feldtests mit MPEG-H Dialog+ durchgeführt, bei denen »Klare Sprache«-Tonspuren für verschiedene Produktionen wie »Tatort« oder »Drei Haselnüsse für Aschenbrödel« produziert und zur Verfügung gestellt wurden. Beim WDR erfolgte die Ausspielung von »Klare Sprache« als zusätzliches Audiosignal über DVB-S, beim BR wurde »Klare Sprache« über HbbTV zugeführt und synchron dem

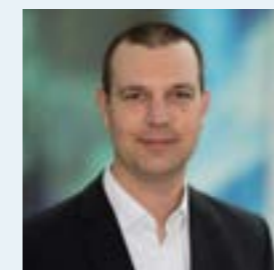
bestehenden Broadcastsignal hinzugefügt. Einige der WDR-Produktionen wurden anschließend im Video-on-Demand Service der ARD Mediathek angeboten und inzwischen mit weiteren Produktionen ergänzt. Die Bereitstellung einer zusätzlichen »Klare Sprache«-Tonspur bedeutet keinen erheblichen Mehraufwand und kann direkt in die aktuellen Workflows der bisherigen Mediathek-Inhalte eingefügt werden. Die »Klare Sprache«-Mischung wird automatisiert aus dem Original-Mix erstellt und in die ARD Mediathek eingespeist.

### Fit für die Zukunft des Fernsehens

Auch im Bereich Rundfunk und Streaming werden in Zukunft zunehmend objektbasierte Formate, »Next Generation Audio« (NGA) genannt, zum Einsatz kommen. Mit MPEG-H Dialog+ kann neben der kanalbasierten »Klare Sprache«-Stereomischung auch automatisch eine Datei erzeugt werden, die getrennte Audioobjekte und die für NGA unerlässlichen Metadaten in sich vereint. Solche Dateien sind als Produktionsformat für ein NGA-Distributionsverfahren geeignet und können direkt in MPEG-H Audio encodiert werden. Ein solcher Workflow wurde beim WDR testweise inklusive Encoding und Wiedergabe in einer MPEG-H-fähigen App implementiert.

In der Film- und Fernsehproduktion werden immer häufiger cloudbasierte Dienste verwendet. Sie ermöglichen die schnelle und einfache Skalierung von Produktionsabläufen und können über das Internet von einer breiten Schicht von Anwenderinnen und Anwendern genutzt werden. So lassen sich auch Initialisierungs- und Wartungskosten im Bereich Software-as-a-Service deutlich reduzieren. Auch die NGA-Technologien aus dem Fraunhofer IIS wurden so konzipiert, dass sie diesen Anforderungen entsprechen und sich in modernste Arbeitsabläufe integrieren lassen. Damit sind sie nicht nur sofort einsetzbar, sondern auch zukunftssicher.

[mpeg.com/produce/#dialogplus](https://mpeg.com/produce/#dialogplus)



#### Kontakt

##### Christian Simon

Bereich Audio und Medientechnologien

Telefon +49 9131 776-6241  
christian.simon@iis.fraunhofer.de

## Audiocodex aus Erlangen weltweit gefragt

Fußballfans in Brasilien und Südkorea erlebten dank MPEG-H Audio die WM mit immersivem, interaktivem Klang. Windows und xBox-Nutzerinnen und -Nutzer freuen sich über xHE-AAC.

xHE-AAC ermöglicht unterbrechungsfreies Streaming von Audioinhalten jetzt auch in zwei Prestigeprodukten von Microsoft. Mit Unterstützung des Fraunhofer IIS hat der IT-Riese den Codec in Windows 11 integriert und im Rahmen eines Service-Updates an alle Userinnen und User weltweit verteilt. Auch die Microsoft-Konsole Xbox erhielt mit einem Update einen xHE-AAC-Decoder.

Bei der Weltmeisterschaft 2022 erlebten Fußball-Fans in Brasilien und Südkorea die Vorteile von MPEG-H Audio. Brasiliens größte Mediengruppe Grupo Globo übertrug das Event auf drei seiner fünf kommerziellen Kanäle in MPEG-H Audio. Zudem gab es umfangreiche Tests vor dem Start des TV-3.0-Standards mit MPEG-H Audio als verbindlichem Audiocodex. SBS, einer der führenden südkoreanischen Sender, streamte das Mega-Event über eine App, in der Zuschauerinnen und Zuschauer zwischen verschiedenen Audio-Presets wählen konnten.

Im Bereich der Kommunikationscodex verbessert LC3 seit diesem Jahr als verpflichtender Audiocodex die Bluetooth Low Energy Profile und damit das Hörerlebnis mit kabellosen Wiedergabegeräten. LC3plus wurde von der Japanese Audio Society für das renommierte »Hi-Res Audio Wireless Logo«-Programm zertifiziert.

[www.audioblog.iis.fraunhofer.com](http://www.audioblog.iis.fraunhofer.com)

## KI-gestützte Sprachtechnologien

Zuverlässige Sprachtechnologien haben durch die verstärkte Nutzung von Videokonferenzen und sprachgesteuerten Geräten enorm an Bedeutung gewonnen

Das Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS und das Fraunhofer IIS verfügen über weltweit einzigartige Kompetenzen im Bereich der Sprachtechnologien. Darauf aufbauend wird zusammen mit Partnern aus der deutschen Industrie ein komplett eigenes Sprachassistenzsystem entwickelt. Die dabei entstehenden Lösungen sind unabhängig von US-amerikanischen oder asiatischen Technologien und können so Datensicherheit nach europäischen Standards gewährleisten. Zur Bündelung ihrer Kompetenzen planen die beiden Fraunhofer-Institute den Aufbau eines Deutschen Zentrums für Sprachtechnologien, das im Mittelpunkt eines umfassenden Ökosystems aus Start-ups, Mittelstand, Industrie und Forschung stehen soll.

Eine besondere Herausforderung ist dabei das Lösen komplexer Aufgaben durch den Einsatz von KI. So kann z. B. mit neuronalen Netzen und Methoden des Maschinellen Lernens das Sprachsignal erkannt und bei einer Videoaufnahme von Störgeräuschen separiert werden. Die Störgeräusche werden somit effizient unterdrückt, was die Sprachverständlichkeit enorm erhöht. Bei der Sprachausgabe können mit KI natürlich klingende Stimmen erzeugt werden, die der Intonation und den Emotionen von menschlichen Sprecherinnen und Sprechern extrem nahe kommen. Durch die KI-gestützte Anpassbarkeit der Spracheigenschaften kann gezielt die Identität von Marken unterstützt werden, etwa mit der Stimme eines bekannten Sprechers.

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

## Einhüllender Klang im Wohnzimmer und unterwegs

Audio-Processing-Technologien wie Cingo und upHear sorgen durch intelligente Algorithmen für einhüllenden 3D-Klang in großen Soundbars und kleinsten In-Ear Kopfhörern

Audio Processing beschreibt Verfahren zur Verbesserung des Audiosignals, wie z. B. die 3D-Klangerzeugung auf Stereo-Kopfhörern. Fraunhofer Cingo lässt Stereo-, Mehrkanal- und immersive Soundformate natürlich und räumlich auf Kopfhörern erklingen. Solche neuen Audiofunktionen und -algorithmen in Produkte zu integrieren, kann eine Herausforderung sein. Durch die Nutzung einer flexiblen Plattform wie AudioWeaver von DSP Concepts kann die Produktentwicklung beschleunigt werden, während gleichzeitig Kosten gesenkt und »Must-have«-Funktionen bereitgestellt werden.

Um 3D-Klangwiedergabe, allerdings auf Soundbars, geht es auch bei der Audio-Processing-Technologie Fraunhofer upHear Immersive Audio Virtualizer. Mit diesem Verfahren hat Sennheiser in diesem Jahr den kleinen Bruder der erfolgreichen AMBEO Soundbar MAX auf den Markt gebracht: die Sennheiser AMBEO Soundbar Plus. Der immersive Klang lässt sich damit ideal auf den jeweiligen Raum abstimmen. Der upHear Immersive Audio Virtualizer erzeugt einen hochwertigen Raumklang und macht dabei die in traditionellen Surround-Anlagen üblichen hinteren Lautsprecher überflüssig. Erreicht wird dies durch ausgefeiltes gerätespezifisches Audio Processing, das die Fraunhofer-Expertinnen und -Experten entwickelt haben.

[www.uphear.com](http://www.uphear.com)  
[www.fraunhofer-cingo.com](http://www.fraunhofer-cingo.com)

## JPEG XS für professionelle »All-IP«-Videoproduktion

Das JPEG XS Software Development Kit (SDK) 5 bietet Videoübertragung über Internet Protocol (IP) in der Produktion mit 25 Prozent höherer Geschwindigkeit gegenüber seinem Vorgänger für En- und Decodierung von HD/4k/8k-Bildern

JPEG XS ist ein Kompressionscodec, der entwickelt wurde, um die Übertragung von hochwertigen Videos bis zu 8k in Produktionsqualität über IP zu ermöglichen. Die erste Ausgabe des ISO-Standards für JPEG XS wurde 2019 veröffentlicht. Der Codec ist nun auf dem Weg zur Marktreife. Eine erste Systemlösung von JPEG XS konnten unsere Videocodierungsfachleute zusammen mit dem japanischen Partner AstroDesign auf der International Broadcast Convention 2022 und der Inter BEE 2022 zeigen. Zusammen bieten wir – im Rahmen einer Cross-Licensing-Vereinbarung – JPEG XS-basierte Lösungen als FPGA IP Core oder Softwarelösung an.

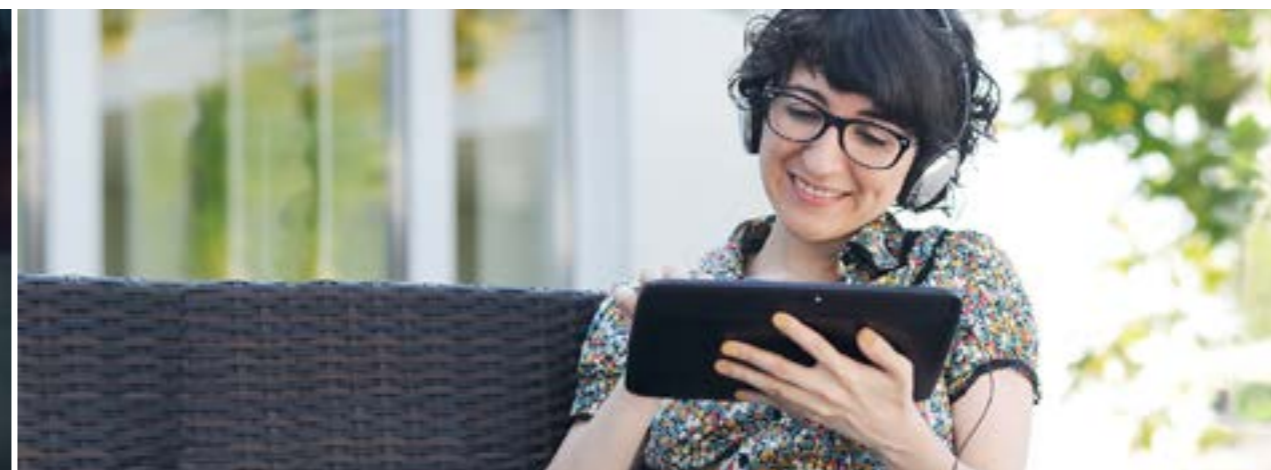
Mit dem Fraunhofer-IIS-eigenen JPEG XS SDK 5 konnte nun eine 25-prozentige Beschleunigung bei der En- und Decodierung von Bildern erreicht werden. Dies reduziert die benötigten Hardware-Ressourcen auf Grafikkarten und Prozessoren wie x86 CPUs, ARM CPUs und NVidia GPUs. Durch die Codeoptimierung und Vorschläge zur Parametrisierung kann so eine wesentliche Leistungssteigerung erzielt werden. Das ist ein großer Vorteil für alle Produktionsworkflows, die nun vollständig auf IP-basierte Übertragung von der Kamera über die Postproduktion bis hin zu einer Cloud-Anbindung setzen können.

[www.iis.fraunhofer.de/jpeg-xs](http://www.iis.fraunhofer.de/jpeg-xs)  
[vimeo.com/653681773](https://vimeo.com/653681773)

links:  
LC3plus wurde von der Japanese Audio Society für das »Hi-Res Audio Wireless Logo«-Programm zertifiziert

Mitte:  
Durch den Einsatz von KI-Methoden können Störgeräusche bei Aufnahmen eliminiert werden

rechts:  
Mit Cingo lässt sich einhüllender Klang auch über Stereo-Kopfhörer genießen



## Ressourceneffiziente Technologien ermöglichen eine nachhaltige, globale Wertschöpfung

Leistungsfähige Computer gehören heute selbstverständlich zum täglichen Leben und die digitale Transformation ermöglicht immer neue hochtechnisierte Geschäftsmodelle. All das verbraucht Energie, erfüllt aber auch unseren Anspruch an Lebensqualität, Sicherheit und Gesundheit. Zukunftsweisende Technologien für unsere Wirtschaft und unseren Alltag müssen in Einklang sein mit einer nachhaltigen Welt; deswegen sehen wir es als unsere Mission, sie ressourceneffizient zu gestalten.



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

### Mikroelektronik kann zu merklichen Energieeinsparungen beitragen

**Albert Heuberger:** Wir entwickeln die Leistungsfähigkeit von Technologien und von ganzen Systemen ständig weiter. Dabei achten wir darauf, den Energieverbrauch der Elektronik so effizient wie möglich zu halten, wie z. B. durch energieeffiziente KI-Prozessoren. Die Mikroelektronik setzt hier u. a. bei Ressourceneffizienz in Sensor-Edge-Cloud-Systemen, energiesparenden Kommunikationsinfrastrukturen und ressourcenoptimierter Elektronikproduktion an.

### Ressourceneffiziente Elektronik ist die Basis für eine zukunftsweisende Wirtschaft

Industrie 4.0, das Maschinelle Lernen und Künstliche Intelligenz stellen neue Anforderungen an den Energieverbrauch, die Datenverarbeitung oder Transferzeiten. Dafür treiben wir das Next Generation Computing voran und entwickeln quantenbasiertes und neuromorphes Computing bis hin zu ressourceneffizienten mikroelektronischen Bauteilen und Systemen.

### Green ICT @ FMD ist zentraler Ansprechpartner für grüne Mikroelektronik

Am 1. August 2022 haben wir das standortübergreifende Kompetenzzentrum für eine ressourcenbewusste Informations- und Kommunikationstechnik »Green ICT @ FMD« gegründet. Es wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) mit 34 Mio. € im Rahmen der Initiative Green ICT des Klimaschutzprogramms 2030 der Bundesregierung gefördert. Entstehen sollen Green ICT Hubs mit den Schwerpunkten Sensor-Edge-Cloud-Systeme, Infrastrukturen, Materialien und Prozesse für Green Production. Die Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD) fungiert dabei als zentraler Ansprechpartner für unterschiedlichste Umweltfragen in der Elektronik – für die Industrie, für die Politik, für individuelle Kunden, für junge Menschen und für Studierende.



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

### Effizient implementierte Algorithmen erbringen Wettbewerbsvorteil

**Bernhard Grill:** Ressourceneffiziente Technologien benötigen neben sparsamer Elektronik auch angepasste und effizient implementierte



Algorithmen für die jeweilige Plattform, um den größtmöglichen Wettbewerbsvorteil für Unternehmen zu erzielen. Es ist also sowohl eine kluge Auswahl der eingesetzten Verfahren als auch die Nutzung der prozessorspezifischen Möglichkeiten notwendig.

### Sprachassistenzsystem SPEAKER verwendet energieeffiziente KI-Prozessoren

Insbesondere im Umfeld von Sprachassistenzsystemen konnten durch das vom Bundeswirtschaftsministerium im Rahmen des KI-Innovationswettbewerbs geförderte SPEAKER-Projekt deutliche Fortschritte mit der Verwendung von energieeffizienten KI-Prozessoren erzielt werden.

### KI verarbeitet große Mengen an Informationen effizient in Echtzeit

Die Implementierung effizienter Algorithmen und die steigende Leistungsfähigkeit von Elektronik ermöglichen uns die Entwicklung neuer Technologien und Verfahren, die unsere Produkte auch technisch weiter verbessern. Daher vermarkten wir mit unserem Fraunhofer upHear Spatial Audio Microphone Processing eine räumliche Klangerfassung mit einer innovativen und automatischen Rauschunterdrückung, die störende Hintergrundgeräusche entfernt: natürlich, effizient und in Echtzeit für sehr kompakte Geräte.

Auch bei der Synthese von natürlich klingender Sprache aus geschriebenem Text werden fortschrittliche Verfahren der Künstlichen Intelligenz verwendet, die insbesondere bei Echtzeit-Anforderungen große Mengen an Informationen effizient verarbeiten müssen. Hier hat das Fraunhofer IIS mit der Vermarktung seiner Sprachsynthese-Lösung Allinga Voice signifikante Fortschritte erzielt.



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

### Vorsprung für Industrie 4.0 durch Ressourceneffizienz

**Alexander Martin:** Neben der ressourceneffizienten Gestaltung von Hardware spielt Ressourceneffizienz der Algorithmen, die auf dieser Hardware betrieben werden, eine wesentliche Rolle. Dabei sind heute besonders Algorithmen, basierend auf KI und mathematischen Optimierungs-Modellen, aus unzähligen Anwendungen in der Industrie 4.0 kaum mehr wegzudenken. Deren Zuverlässigkeit hängt entscheidend von der Datenqualität, aber auch von der Menge an Daten ab. Die notwendige Erzeugung und Speicherung ebendieser Daten verbraucht enorme Mengen an Energie. Daher ist ein ressourcenschonender, nachhaltiger Umgang mit Daten in jeder Phase des Datenlebenszyklus essenziell für die Digitalisierung von morgen.

### Optimierungsalgorithmen ermöglichen Energieeinsparungen

Zudem können nicht nur die Algorithmen selbst energieeffizient gestaltet werden, sondern auch die mit ihrer Hilfe berechneten Lösungen für unterschiedlichste Industrieanwendungen. Die Digitalisierung kann somit eine Chance sein, in vielen Bereichen durch intelligente Steuerung von Anlagen, Prozessen und Netzen einen erheblichen Beitrag zur Energieeinsparung und damit zur Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen zu leisten. Dabei ist nicht nur die Aussteuerung etablierter Energienetze und Produktionsprozesse das Ziel, sondern auch die Weiterentwicklung von Energiesystemen und die Bestimmung des zukünftigen optimalen Energiemix für die Energieversorgung der Zukunft.

## Im Zeichen der Nachhaltigkeit

Eine global digitalisierte und zugleich ökologisch nachhaltige Welt ist ein zentrales Zukunftsziel, auf das alle gesellschaftlichen Akteurinnen und Akteure gemeinsam hinarbeiten müssen. Mit Klimaschutzmaßnahmen sowie Klimaschutztechnologien in Forschung und Entwicklung leistet das Fraunhofer IIS einen unterstützenden Beitrag zu mehr Nachhaltigkeit und Ressourceneffizienz.

Die Fraunhofer-Gesellschaft hat sich ein ambitioniertes Klimaziel gesetzt: Bis zum Jahr 2030 soll der eigene Wissenschaftsbetrieb klimaneutral betrieben werden, spätestens bis 2045 sollen die Emissionen durch Zentrale und Institute auf nahezu null reduziert sein. Dafür wurden an allen Fraunhofer-Einrichtungen über 100 Beauftragte für Klimaneutralität und Nachhaltigkeit benannt. Ihre Aufgabe: eine institutseigene Klimastrategie zu entwickeln und umzusetzen, geeignete Maßnahmen und Strukturen zu initiieren und zu koordinieren. Weiterhin gilt es natürlich kontinuierlich Technologien voranzutreiben, die Industrieunternehmen und Gesellschaft dabei helfen, Nachhaltigkeit umzusetzen.

### Klimaschutzmaßnahmen am Fraunhofer IIS

Auch das Fraunhofer IIS als größtes Institut der Fraunhofer-Gesellschaft ist aktiv dabei, seinen Wissenschaftsbetrieb hin zu mehr Nachhaltigkeit zu transformieren. Dr. Peter Dittrich, stellv. Institutsleiter am Fraunhofer IIS, ist als Beauftragter dafür zuständig, Nachhaltigkeit im alltäglichen Institutsleben umzusetzen. So sorgte er u. a. für die Installation von Wärmepumpen an drei Standorten des Instituts – Erlangen, Nürnberg und Fürth – und betreibt die Einrichtung von Photovoltaikanlagen. Auch die Neubauten des Fraunhofer IIS stehen im Zeichen der Nachhaltigkeit. So etwa der Fraunhofer-Bau in Waischenfeld: Er entspricht Niedrigenergiestandards, zudem wurde er von regionalen Firmen mit lokalem Holz gebaut. »Das Fraunhofer IIS achtet schon seit langer Zeit darauf, nach dem Silber-Standard des Bewertungssystems Nachhaltiges Bauen zu bauen«, bestätigt Dittrich.

Nachhaltiges Denken in den beruflichen Alltag zu implementieren, sollte auch von den Mitarbeitenden selbst ausgehen. Eines der Erfolgsmodelle des Fraunhofer IIS liegt daher im partizipativen Energiesparen: Alle Mitarbeitenden wurden gebeten, ihre Ideen zum Energiesparen einzubringen. Gesammelt werden die Vorschläge in einer Handlungsliste in Intranet, die stetig erweitert wird. Auf diese Weise soll deutlich gemacht werden, dass Nachhaltigkeit bei einem selbst beginnt. Schalten beispielsweise alle rund 1200 Mitarbeitenden zum Feierabend ihre Drucker aus, hat das einen großen Impact. Der oder die Einzelne kann nichts ausrichten? Von wegen!

### Nachhaltigkeit durch Forschung

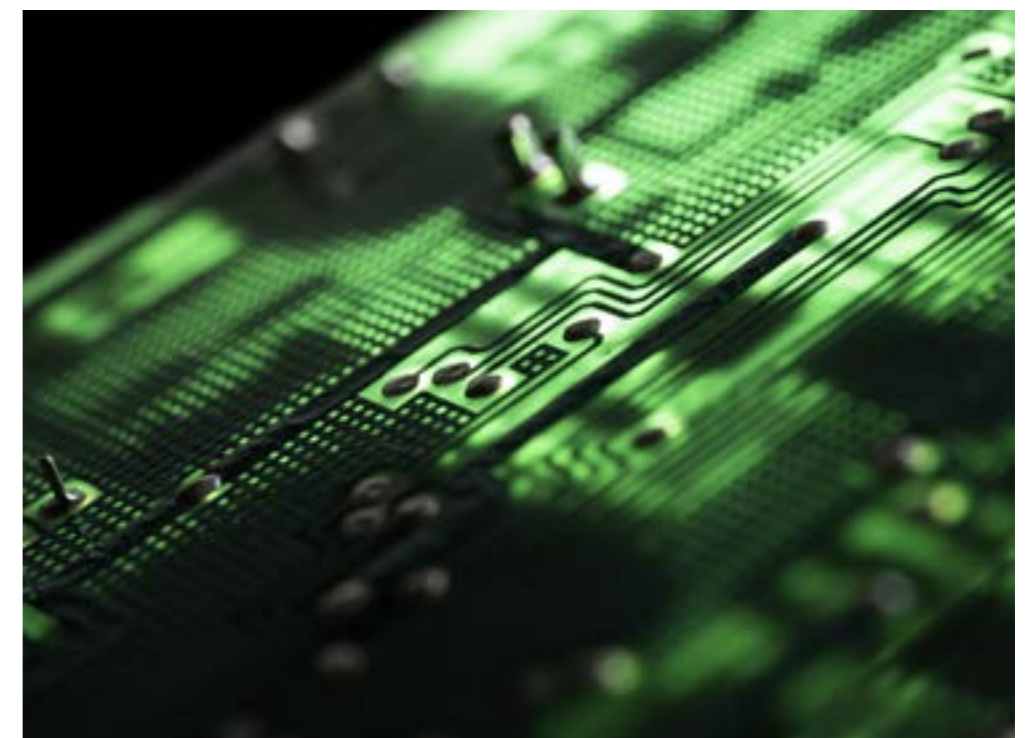
Ein Motor für mehr Nachhaltigkeit liegt in den am Fraunhofer IIS entwickelten Technologien. Intelligente digitale Steuerungen von Geräten, Anlagen, Prozessen und Netzen leisten einen wichtigen Beitrag zur Energieeinsparung und damit zur Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen. Die zunehmende Nutzung von Sensorik, Elektronik und Künstlicher Intelligenz heißt jedoch auch mehr Energieverbrauch. Soll die Mikroelektronik zu merklichen Energieeinsparungen beitragen, muss nicht nur jede Einzelkomponente, sondern das vernetzte Gesamtsystem hinsichtlich seiner Energieeffizienz betrachtet werden. Dies tun

wir u. a. bei »Green ICT @ FMD«, einem standortübergreifenden Kompetenzzentrum für eine ressourcenschonende Informations- und Kommunikationstechnik, in dem wir entsprechende Anwendungen weiterentwickeln. Einen gigantischen Sprung nach vorn erlaubt auch der RFicient®-Chip des Fraunhofer IIS, mit dem sich über 99 Prozent des Stroms einsparen lassen (siehe Seite 11). Konservativ geschätzt werden in den nächsten Jahren über 50 Millionen IoT-Geräte von dieser neuen, nachhaltigen Technologie profitieren.

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

*links:*  
Der Fraunhofer-Forschungscampus in Waischenfeld entspricht Niedrigenergiestandards und wurde von regionalen Firmen mit lokalem Holz gebaut

*rechts:*  
Um ressourcenschonende Informations- und Kommunikationstechnik kümmert sich beispielsweise das Kompetenzzentrum Green ICT @ FMD



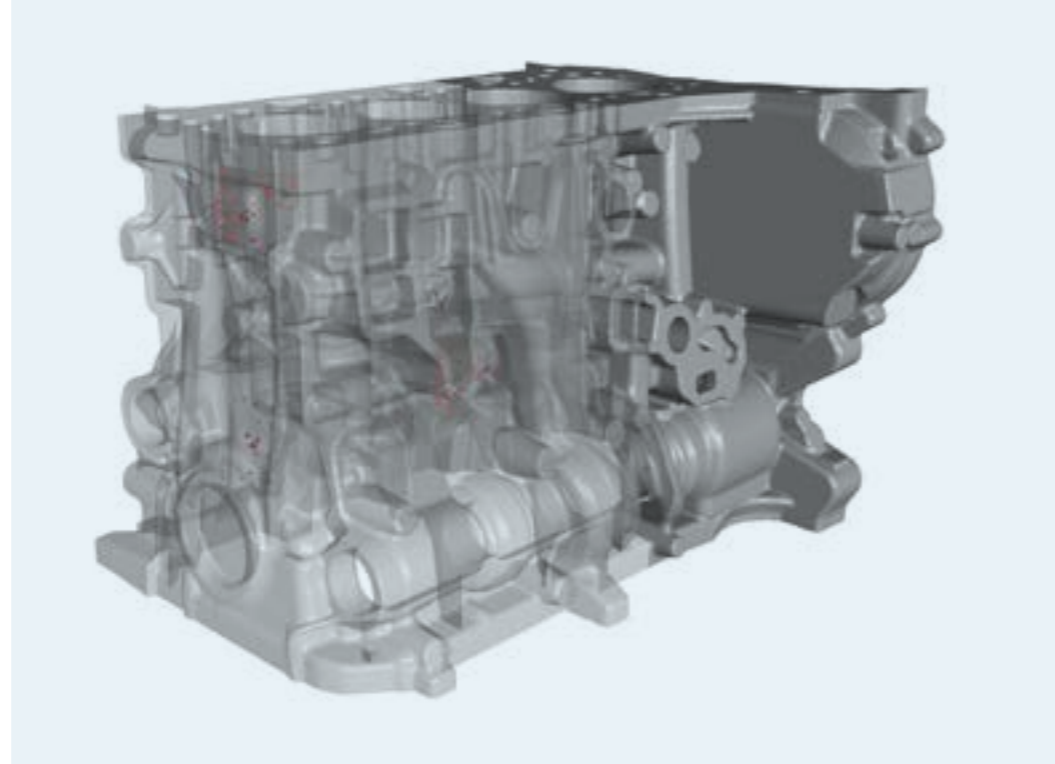


## DFG SFB/Transregio 154 geht in die dritte Phase

### Steuerung von Gasnetzwerken mittels mathematischer Optimierung

Forschungsschwerpunkt des DFG-Sonderforschungsbereichs Transregio 154 (TRR 154) ist die mathematische Modellierung, Simulation und Optimierung am Beispiel von Gasnetzwerken. Ziel ist die Planung und Steuerung komplexer Gasnetzwerke mittels der geschickten Kombination gemischt-ganzzahliger und nichtlinearer Optimierungskonzepte sowie der numerischen Analysis und Simulation. In der dritten Phase des TRR 154 steht besonders der Transfer auf neue Energiequellen am Beispiel des Wasserstoffs im Fokus. Unter anderem wird die Frage adressiert, ob und wie die vorhandene Infrastruktur durch den neuen Energieträger mit seinen teilweise unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften genutzt werden kann.

Sprecher des Projekts ist Prof. Dr. Alexander Martin in seiner Funktion als Leiter des Lehrstuhls »Analytics & Mixed-Integer Optimization« der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. Partnereinrichtungen sind die HU Berlin, TU Berlin, TU Darmstadt sowie das WIAS Berlin. Die enge Zusammenarbeit des Lehrstuhls mit der Abteilung Analytics der Arbeitsgruppe für Supply Chain Services des Fraunhofer IIS führte bereits bei früheren Projekten zu einem regen Wissens- und Personalaustausch, wodurch langfristig einerseits die Grundlagenforschung und andererseits die Arbeit an anwendungsbezogenen Industrieprojekten profitiert.



*links:*  
Transregio 154 wird durch die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) gefördert

*oben:*  
Im Rahmen der Röntgenfabrik kann z.B. der innere Aufbau eines Objekts auf verborgene Schäden untersucht werden

*rechts:*  
Prof. Dr. Jörg Robert, stellv. Abteilungsleiter, zeigt das LPWAN-Open-Source-Modul

## Projekte des Fraunhofer IIS in Phase 4 des Leistungszentrums Elektroniksysteme

**Der Fokus des Leistungszentrums Elektroniksysteme (LZE) liegt darauf, neueste Technologien aus der Forschung direkt in Produkte umzusetzen und der Wirtschaft schnell und einfach zugänglich zu machen**

Das LZE – eine gemeinsame Initiative der Fraunhofer-Gesellschaft, ihrer Institute für Integrierte Schaltungen IIS und für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB und der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg – ist in der vierten Projektphase angekommen. Das Fraunhofer IIS ist dabei mit den folgenden Projekten vertreten:

- Das Fraunhofer IIS untersucht auf neue Art und Weise die Erwartungen seiner Kundinnen und Kunden. Hierzu führt die LZE GmbH für Fraunhofer einen **Markttest im Bereich Röntgentechnologie durch und betreibt dazu die Röntgenfabrik**. In dieser können interessierte Kundinnen und Kunden entsprechende Röntgenleistungen ordern.
- Schraubverbindungen an kritischen und sicherheitsrelevanten Stellen wie Brücken, Windkraftanlagen oder Maschinen sind dauerhaft hohen Belastungen ausgesetzt. Die **intelligente Schraubverbindung Q-Bo®, eine drahtlose, energieautarke Monitoringlösung, ermöglicht die permanente Überwachung der Vorspannkraft von beliebigen**

**Schraubverbindungen**, was die Sicherheit erhöht und den Aufwand für Inspektionen senkt (siehe Seite 48).

- Im Projekt »RoboProd« dreht sich alles um **Röntgen-Computertomographie mittels kooperierender Roboter**, um große oder komplex geformte Objekte zerstörungsfrei prüfen zu können und hochauflösende 3D-Untersuchungen an Teilbereichen zu ermöglichen.
- Über eine im Projekt »IoT4Scale« zur Verfügung gestellte **Open-Source- und Developer-Plattform sollen Kundinnen und Kunden einen leichteren Zugang zur LoPAN/mioty®-Technologie** des Fraunhofer IIS erhalten und diese einfach erproben können.
- Die vom Fraunhofer IIS entwickelte Softwarelösung »embeddif.[ai]« ermöglicht es, **Objekte mit Intelligenz auszustatten und KI-Algorithmen direkt auf eingebetteter Hardware stromsparend auszuführen** – beispielsweise in den Bereichen kognitive Werkzeuge, intelligente Sporttechnik, Seamless Shopping sowie Wartung und Instandhaltung.

## Das Leistungszentrum InSignA

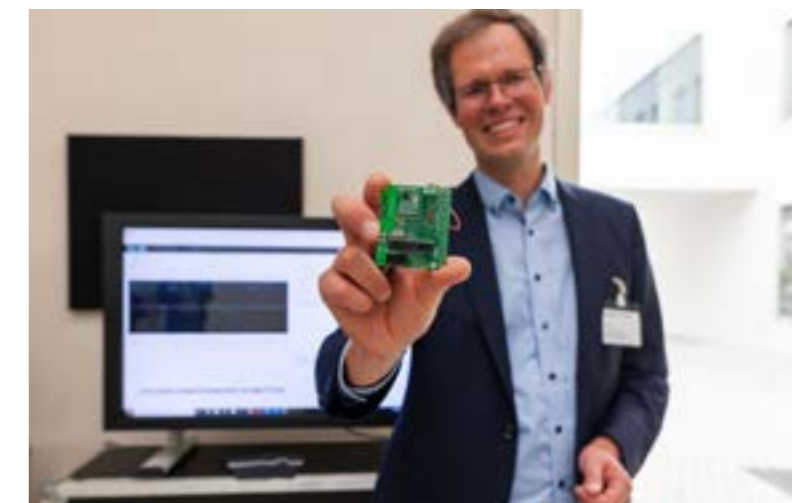
### Kooperationsprojekt zur Bündelung von Forschung in Ilmenau

Nach der Gründung im vergangenen Jahr sind im Leistungszentrum InSignA – Intelligente Signalanalyse- und Assistenzsysteme 2022 die ersten Pilotprojekte angelaufen. Mitinitiatoren des Projekts waren ansässige Fraunhofer-Institute – das Fraunhofer IIS sowie die Fraunhofer-Institute für Digitale Medientechnologie IDMT, für Keramische Technologien und Systeme IKTS, für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB und für Zerstörungsfreie Prüfverfahren IZPF –, die ihre Zusammenarbeit stärken und die Forschung für die Bearbeitung gemeinsamer Projekte bündeln wollen. Beteiligt sind außerdem die TU Ilmenau und das IMMS Institut für Mikroelektronik- und Mechatronik-Systeme.

Ein aktuelles Kooperationsprojekt ist z. B. die Zusammenarbeit mit den Stadtwerken Ilmenau zur Digitalisierung des Stromnetzes. Das Fraunhofer IIS beteiligt sich mit Know-how aus dem Forschungsbereich Kommunikationssysteme, beispielsweise zur 3GPP-Standardisierung oder zu LPWAN-Technologien.

Mit InSignA werden KMU bei der Digitalisierung unterstützt, die selbst keine finanziellen Ressourcen für eigene Forschungsabteilungen haben. Ein wichtiges Ziel des Leistungszentrums ist es, die Hemmschwelle zu senken, mit den Forschungseinrichtungen in Kontakt zu treten und zusammenzuarbeiten. So soll die technologische Innovationskraft der Region nachhaltig gestärkt werden.

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



## Ausblick: KI-Beschleuniger Neuromorphes Computing

### Neuromorphe Hardware und Software für Edge-AI-Anwendungen

Das Fraunhofer IIS ist Innovationstreiber im Bereich neuromorphes Computing und gehört damit zur internationalen Spitze. Entwickelt werden Chips, die sich in ihrer Architektur an biologischen neuronalen Netzwerken orientieren.

Zudem wird am Fraunhofer IIS an integrierten Schaltungen für Convolutional Neural Networks (CNNs) und Spiking Neural Networks (SNNs) in qualifizierten CMOS-Technologien gearbeitet, die je nach Anwendungsfall skalierbar und konfigurierbar sind. Unsere Low-Power, Low-Latency Neuromorphic Processor Units (NPU) für CNNs haben mittels analoger Schaltungen eine höhere Parallelverarbeitung und niedrigere Anforderungen an den On-Chip-Datentransfer als von-Neumann-basierte Lösungen. Die entwickelten Software-Tools dienen zum Training von Netzen sowie der Übertragung der Netze auf die Hardware.

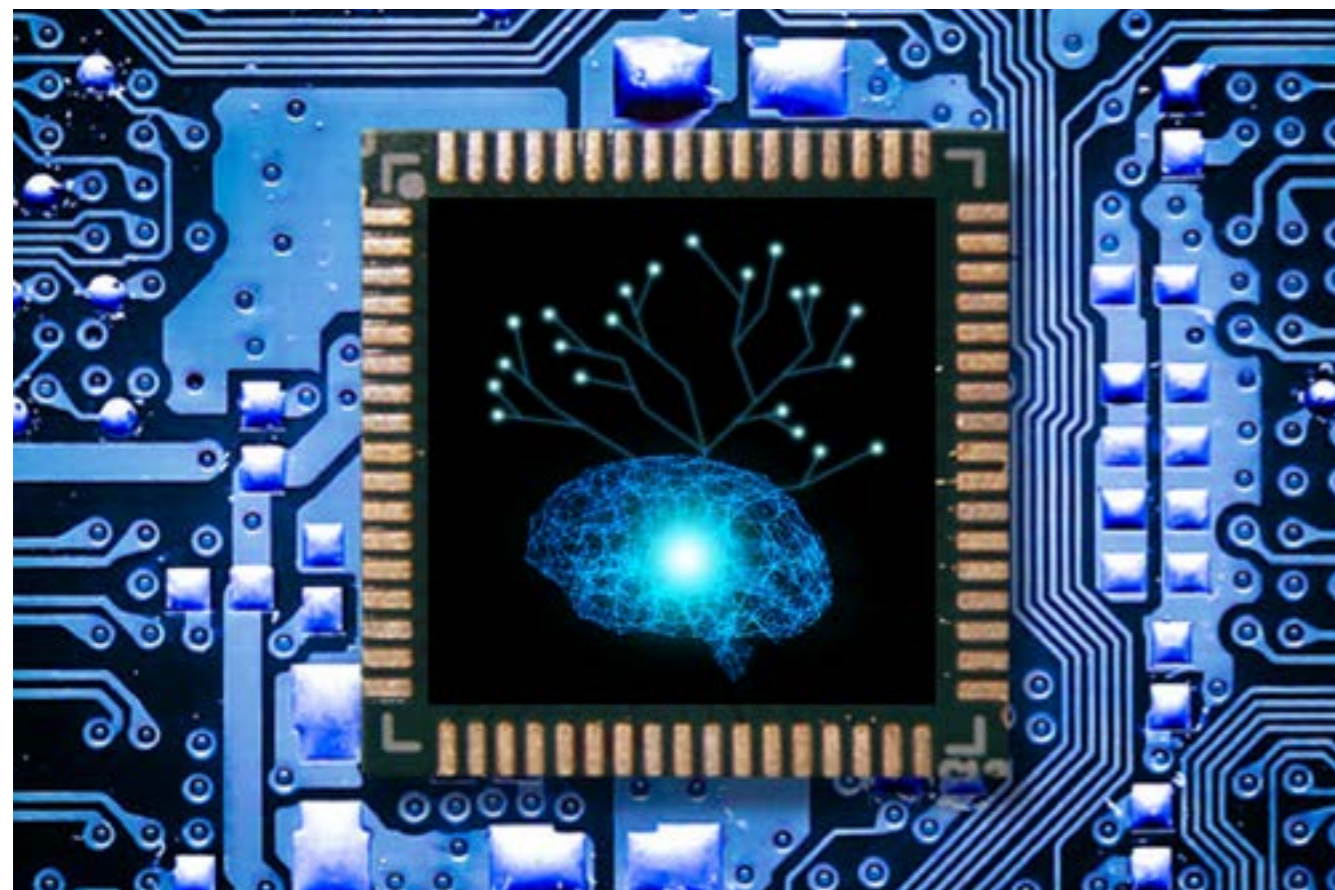
*Neuromorphes Computing:  
Chips, die sich in ihrer  
Architektur an biologischen  
neuronalen Netzwerken  
orientieren*

### Strategisch wichtiges und zukunftsfähiges Forschungsfeld

Das Besondere an den neuromorphen Lösungen des Fraunhofer IIS ist, dass die Hardware- und Softwareentwicklung nahtlos ineinandergreift und so beide Komponenten von vornherein aufeinander abgestimmt sind. Durch diesen besonderen Hardware-Software-Co-Design-Flow gelingt die zügige Entwicklung hochkomplexer Designs insbesondere durch unser Generator-Tool für die Synthese von neuronalen Netzen (NNs).

Dazu kombinieren wir unsere Expertise aus den Bereichen Low-Power IC-Design, Algorithmen für neuronale Netze (NN), Software Tools, System- und Schaltungsarchitekturdesign und dem spezifischen Domänenwissen der Anwendung wie Sensorik, Audio-Signal- und Bildverarbeitung, Nachrichtenübertragung und Lokalisierung. Die Kombination dieser Kompetenzen und des Domänenwissens ermöglicht die Implementierung von anwendungsspezifischen Komplettlösungen, die eine bessere Systemperformance als generische Lösungen bieten.

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



## Lösungen für eine smarte Welt

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



## Fraunhofer IIS Magazin

Im Online-Magazin können Sie die Themen aus dem Jahresbericht das ganze Jahr über weiterverfolgen. Sie finden hier aktuelle Interviews mit Forschenden und der Institutsleitung, Berichte über technische Neuheiten und Möglichkeiten der Zusammenarbeit. Der Newsletter zum Magazin hält Sie immer auf dem Laufenden.

# 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, Patricia Petsch

## Redaktionelle Mitarbeit

Dr. Janine van Ackeren, Christine Broll, Clara Conradt,  
Dr. Katja Engel, Mandy Garcia, Simon Hagen, Syndia Ioannidou,  
Jennifer Karbach, Thomas Kestler, Sandra Kundel,  
Angela Raguse-Föbel, Daniela Rembor, Tim Schröder,  
Diana Staack-Tetling, Lucas Westermann, Claudia Wutz

## Layout und Produktion

Claudia Matthias

## Lektorat

Eva Bachmann/Redaktionsbüro Bachmann, Thoralf Dietz

## Druck

Gutenberg Druck & Medien 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, Seiten 6–8, 20–23, 25, 34–35, 36 (unten), 44–47, 53:  
Fraunhofer IIS, Paul Pulkert  
Vorwort, Seite 57: Fraunhofer IIS, Peter Roggenthin  
Seite 9, 33, 37: Fraunhofer IIS, Franziska Köhler  
Seite 11: Fraunhofer, Piotr Banczerowski  
Seite 15: Fraunhofer Mikroelektronik  
Seite 24: Fraunhofer IIS, Erik Rümpel (links),  
Fraunhofer EMFT (rechts)  
Seite 26–29: Fraunhofer IIS/EAS und BLEND3 Frank Grätz  
Seite 32: Fraunhofer IIS und Adobe Stock, candy1812  
Seite 38 (rechts): Deutsches Museum und Fraunhofer EZRT  
Seite 39: Fraunhofer IIS, Claudia Matthias  
Seite 41: Bagszas Industrial Logistics (links), Adobe Stock,  
bannafarsai (rechts)  
Seite 43: Adobe Stock, surasak  
Seite 49: iStock, Fraunhofer IIS  
Seite 50–51: David Hartfiel und Fraunhofer IIS  
Seite 54: Fraunhofer IIS und Adobe Stock, magneticmcc (links),  
Fraunhofer IIS und F.M.Eckstein Fotografie (rechts)  
Seite 55: Adobe Stock, Mediteraneo (rechts)  
Seite 58: Fraunhofer IIS, Peter Roggenthin  
Seite 59: Adobe Stock, Henk Vrieselaar (rechts)  
Seite 60: iStock, Brazhyk (links), Fraunhofer EZRT (oben)  
Seite 61: Fraunhofer IDMT, Stefanie Theiß  
Seite 62: iStock, tcareob72 und Adobe Stock, tampatra  
Seite 63: Adobe Stock, metamorworks





Alle übrigen Abbildungen: © Fraunhofer IIS

Alle Rechte vorbehalten.

Vervielfältigung und Verbreitung nur mit Genehmigung der  
Redaktion.

## Berichtszeitraum

1. Januar 2022 bis 31. Dezember 2022  
© Fraunhofer IIS  
Erlangen, Februar 2023

 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 1170 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter arbeiten in der Vertragsforschung für die Industrie, für Dienstleistungsunternehmen und öffentliche Einrichtungen. Das 1985 gegründete Institut hat Standorte in 11 Städten: in Erlangen (Hauptsitz), Nürnberg, Fürth und Dresden sowie in Bamberg, Deggendorf, Ilmenau, München, Passau, Waischenfeld und Würzburg. Das Budget von 189,7 Millionen Euro pro Jahr finanziert sich zu 72 Prozent aus der Auftragsforschung, 28 Prozent werden durch die institutionelle Förderung der Fraunhofer-Gesellschaft gedeckt.

Stand: Februar 2023



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

Die Organisationseinheiten der einzelnen Standorte finden Sie im Organigramm auf den Seiten 12 und 13.

## Titelbild

Audiotechnologien des Fraunhofer IIS gestalten die Zukunft des Klangs – ob im Radio, beim Telefonieren, im Fernsehen oder bei Musik- und Filmstreaming. Und sie lösen schon heute ganz alltägliche Herausforderungen.

Die KI-gestützte Technologie MPEG-H Dialog+ verbessert die Dialogverständlichkeit im Fernsehen – etwa in der ARD Mediathek. Dank Künstlicher Intelligenz kann sie die Sprache aus bereits bestehendem Filmtrennen und ermöglicht so eine neue, besser verständliche Abmischung. Damit sorgt Zukunftstechnologie aus Erlangen schon heute für barrierefreien Filmgenuss und hilft gleichzeitig beim nahtlosen Umstieg auf die Audiotechnologien der nächsten Generation.

## 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).

