



**HIGHLIGHTS**  
**2019**  
JAHRESBERICHT

Die Onlineversion des Jahresberichts unter:



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



Hinweis auf weitere Informationen  
zum Thema



Hinweis auf Multimedia-Inhalte

## 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).

### Titelbild

*Mit dem ADA Lovelace Center hat das Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS mit seiner Arbeitsgruppe Supply Chain Services SCS in Kooperation mit der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg und der Ludwig-Maximilians-Universität München unter weiterer Beteiligung der Fraunhofer-Institute für Kognitive Systeme IKS und für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB eine einzigartige Forschungsinfrastruktur in Bayern geschaffen.*

**HIGHLIGHTS**  
**2019**  
JAHRESBERICHT





Liebe Leserin, lieber Leser,

Mithilfe Künstlicher Intelligenz (KI) wird es künftig möglich sein, neue Problemfelder zu adressieren und innovative Geschäftsfelder zu erschließen. Auch aus diesem Grund verstärken wir seit mehreren Jahren unsere Aktivitäten und Forschungen auf diesem Gebiet.

Mit Prof. Dr. Alexander Martin rückte zum 1. November 2019 ein profiliertes KI-Experte, insbesondere im Bereich der mathematischen Optimierung, in unsere Institutsleitung auf. Unter seiner Führung wurde das ADA Lovelace Center for Analytics, Data and Applications aufgebaut und 2019 eröffnet.

Darüber hinaus haben wir im vergangenen Jahr viele originäre Ideen entwickelt und in die Wirklichkeit umgesetzt. Im Jahresbericht zeigen wir Ihnen unsere Highlights von 2019. Wir freuen uns, wenn wir auch Ihnen mit unserer Forschung in Zukunft einen Mehrwert bieten können.

Mit freundlichen Grüßen

Handwritten signature of Prof. Dr. Albert Heuberger in black ink.

Prof. Dr. Albert Heuberger

Handwritten signature of Dr. Bernhard Grill in black ink.

Dr. Bernhard Grill

Handwritten signature of Prof. Dr. Alexander Martin in black ink.

Prof. Dr. Alexander Martin

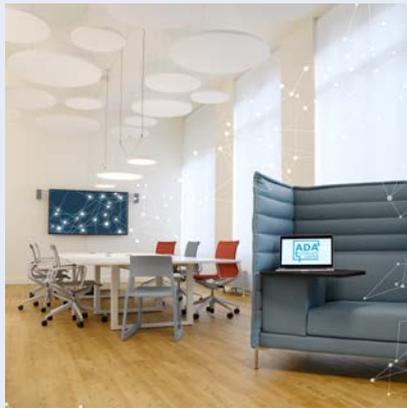
Institutsleitung des Fraunhofer IIS

6



**SPRACH-ASSISTENTEN BESSER MACHEN**

14



**KÜNSTLICHE INTELLIGENZ IM ADA LOVELACE CENTER**

22



**LOKALISIEREN IN 5G**

10 Sennheiser Soundbar mit MPEG-H Audio verfügbar | Medienworkflows über Internet-Protokoll-Netzwerke | Apple-, Amazon- und Android-Produkte mit xHE-AAC | Höhere Sprach- und Audioqualität dank LC3plus

12 MPEG-H Audio Update

18 »Joint Lab Data Analytics« gegründet | »R2D – Road to Digital Production«

20 Datenbasierte Szenario- und Trendforschung | Digitale Transformation zum Fliegen bringen

26 Das kognitive Internet für die Industrie | GOOSE-Technologie für autonomes Fahren

28 Shots and Dunks – Wearables für Basketball | Energy Harvesting und Ortung für MIOTY®-Technologie | Smarte Lagerkommissionierung TRILUM | easyPILOT Follow: Effizientes Kommissionieren

# INHALT

30



## SATELLITEN-IOT ERMÖGLICHT WELTWEITE VERNETZUNG

38



## PHÄNOTYPISIERUNGS- ROBOTER IM FELDEINSATZ

---

34 Zukunftsweisende Systemarchitekturen für  
KMU | Neue Gehäuse für More than Moore

36 Status quo sächsischer KI-Aktivitäten

42 3D-CT einer peruanischen Mumie | Veraltete  
Röntgensysteme umrüsten | XXL-CT des  
Raketenjägers Me 163

44 Miniaturisierte optische Spektrometer |  
Medical Valley Center in Bamberg eröffnet

46 Fraunhofer IIS als Partner

47 Weiterbildungen am Fraunhofer IIS

48 Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland

50 In Kürze

56 Zahlen | Daten | Fakten

68 Impressum



# SPRACHASSISTENTEN BESSER MACHEN

Sprachassistenten werden immer beliebter und halten auch in der Industrie Einzug. Damit sie zuverlässig funktionieren, müssen sie die Sprachbefehle gut »hören«. Außerdem müssen sie trainiert werden, damit sie wissen, was das Gesagte bedeutet. Um die Hoheit über derartige Trainingsmodelle sowie über die vom Assistenten aufgenommenen Daten zu behalten, ist eine Plattform »made in Germany« notwendig. Das Fraunhofer SPEAKER-Projekt verfolgt genau dieses Ziel.

Die Nutzung virtueller Sprachassistenten wie Alexa, Siri & Co. gewinnt zunehmend an Popularität. So verwendete bereits jeder sechste Deutsche im Jahr 2018 Lautsprecher mit digitalen Sprachassistenten, sogenannte Smart Speaker. Die Zahl der Nutzer hat sich somit im Vergleich zum Vorjahr verdreifacht.<sup>1</sup> Trotz der steigenden Beliebtheit dieser Technologie zeigen Umfragen, dass viele Verbraucher Bedenken hinsichtlich des Datenschutzes äußern.<sup>2</sup> Zudem fühlen sich die Nutzer der diversen Assistenten von ihren virtuellen Helfern häufig unverstanden.<sup>3</sup> Diese beiden Probleme gehen wir vom Fraunhofer IIS in unseren NLUI-Projekten an. NLUI steht für Natural Language User Interface – also die Interaktion von Mensch und Maschine mittels natürlicher Sprache. In zwei Schritten sorgen wir dafür, dass Sprachbefehle von der Maschine verstanden und richtig verarbeitet werden.

1 Donath, T. (2019): »Smart Speaker & Voice Control«. In: Trendmonitor Deutschland. Abrufbar unter: <https://trendmonitor-deutschland.de/smart-speaker-voice-control/>.

2 Bodenhöfer, X. (2018): »Digitale Sprachassistenten als intelligente Helfer im Alltag«. In: Forschungsbeiträge der erezult GmbH.

3 Adobe 2019 Voice Report.

## AUF EINEN BLICK

- 1 | Fraunhofer upHear-Algorithmus bereitet Sprachsignal für den Smart Speaker optimal auf.
- 2 | Mit einer deutschen Sprachassistentenlösung lassen sich europäische Standards der Datensicherheit umsetzen.
- 3 | Im SPEAKER-Projekt sollen offene, transparente und sichere Sprachassistentenanwendungen entwickelt werden.

### **Schritt eins: Der Sprachassistent muss mich richtig hören**

Damit der gegebene Befehl korrekt verarbeitet werden kann, müssen die ausgesprochenen Sprachbefehle beim »künstlichen Ohr« klar und deutlich ankommen. Das ist oft nicht trivial, denn häufig sitzt der virtuelle Assistent in einem Smart Speaker, der z. B. Musik abspielt. Außerdem kann es vorkommen, dass der Raum, in dem Sprachassistenten verwendet werden, Echos erzeugt, die Umgebung zu laut oder schlicht zu groß ist und der Nutzer zu weit entfernt steht. Zur Lösung dieser und weiterer Probleme haben wir die Fraunhofer upHear Voice Quality Enhancement (VQE)-Technologie entwickelt. Hiermit wird das Sprachsignal für den Smart Speaker optimal aufbereitet: So werden z. B. akustische Echos im Mikrofonsignal unterdrückt. Damit ist es möglich, das Gerät per Sprache zu bedienen, während es gleichzeitig Musik oder Ansagen abspielt. Außerdem werden Störgeräusche entfernt, um das Gerät auch dann bedienen zu können, während man sich in weiter Entfernung dazu befindet. Auf diese Weise erhält der »Keyword Spotter« ein klares Sprachsignal, was die Erkennungsleistung deutlich verbessert.

### **Schritt zwei: Der Sprachassistent muss »trainiert« werden**

Sprachassistenten »leben« von der Interaktion zwischen Mensch und Maschine. Sie erlauben die Kommunikation mit Geräten mittels Sprachbefehlen und ermöglichen so den Zugang zu Produktangeboten und Dienstleistungen in natürlicher Sprache.

Um den Menschen zu verstehen, müssen zunächst verlässliche Modelle trainiert werden, anhand derer die Maschine die Bedeutung der Sprachkommandos lernen kann. Für solche Technologien fehlen bisher Lösungen, die den europäischen Standards der Datensicherung entsprechen, denn der Markt für Sprachassistentenlösungen wird bisher von US-amerikanischen und asiatischen Unternehmen dominiert. Doch der Bedarf der deutschen Industrie und Wirtschaft an Sprachassistentenlösungen ist enorm. Besonders hinsichtlich Datensouveränität besteht die Notwendigkeit, personenbezogene Daten besser zu schützen und sicher auszutauschen. Dies ist mit einer deutschen Sprachassistentenlösung möglich, da mit ihr europäische Standards der Datensicherheit umgesetzt werden. Gleichzeitig wird ein neuer Grad der Qualität in der Mensch-Maschine-Kommunikation möglich, der weit über die semantischen Fähigkeiten aktueller Systeme hinausgeht und dadurch um einiges nutzerfreundlicher wird.

## Fraunhofer SPEAKER-Projekt

Im Fraunhofer SPEAKER-Projekt haben wir gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für Intelligente Analyse- und Informationssysteme IAIS institutsübergreifend Experten aus den Bereichen Sprachverstehen, Künstliche Intelligenz und Software-Engineering zusammengebracht. Im Rahmen dieses groß angelegten, vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) geförderten Forschungs- und Entwicklungsprojekts soll ein Sprachassistent »made in Germany« entwickelt werden. Ziel der SPEAKER-Plattform ist es, offene, transparente und sichere Sprachassistentenanwendungen bereitzustellen. Dazu gilt es, führende Technologien in den Bereichen Audiovorverarbeitung, Spracherkennung, Natural Language Understanding, Question Answering, Dialogmanagement und Sprachsynthese mittels Künstlicher Intelligenz und Machine Learning zur einfachen und unkomplizierten Nutzung verfügbar zu machen. Aus diesen Schlüsselmodulen werden industrielle Sprachassistentenanwendungen entwickelt, die wiederum über die Plattform als fertige Anwendungen anderen Marktteilnehmern zur Verfügung gestellt werden können. SPEAKER wurde beim Innovationswettbewerb »Künstliche Intelligenz als Motor für wirtschaftlich relevante Ökosysteme« des BMWi ausgezeichnet. Damit ist das Fraunhofer-Projekt eines von 16 herausragenden Konzepten, die sich gegen die Konkurrenz von über 130 Einreichungen durchsetzen konnten.

Offizieller Start der Umsetzungsphase des SPEAKER-Projekts ist am 1. April 2020. Wenn die Plattform einmal fertig entwickelt ist, wird sie an eine Betreibergesellschaft übergeben und zu vergleichbaren Kosten wie etablierte Plattformen angeboten werden. ■

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

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



### KONTAKT

#### **Mandy Garcia**

Bereich Audio und Medientechnologien

Telefon +49 9131 776-6178

[mandy.garcia@iis.fraunhofer.de](mailto:mandy.garcia@iis.fraunhofer.de)



## SENNHEISER SOUNDBAR MIT MPEG-H AUDIO VERFÜGBAR

Die mehrfach ausgezeichnete AMBEO-Soundbar von Sennheiser ist ab sofort im Handel erhältlich

Um ein einhüllendes Sounderlebnis im heimischen Wohnzimmer zu schaffen, haben wir zusammen mit Sennheiser eine Virtualisierungstechnologie für eine Soundbar entwickelt, die auf der Sennheiser AMBEO- und auf der Fraunhofer upHear-Technologie basiert.

Der upHear Immersive Audio Virtualizer ist eine Postprocessing-Technologie des Fraunhofer IIS. Sie bietet ein überzeugendes, einhüllendes 3D-Audio-Erlebnis mit Soundbars oder Fernsehgeräten – unabhängig vom Format und ohne aufwendige Lautsprecher-Installation. Außerdem ermöglicht upHear 3D-Audio-Soundbars, die weder Satellitenlautsprecher noch einen Subwoofer benötigen.

Durch die Kombination der AMBEO-Technologie mit dem upHear-Algorithmus und dank der integrierten Raumkalibrierung können die räumlichen Gegebenheiten so genutzt werden, dass die Sennheiser AMBEO-Soundbar einhüllenden 5.1+4-Klang erzeugen kann. Apropos einhüllender Klang: die Soundbar ist kompatibel mit MPEG-H Audio und mit der integrierten Upmixtechnologie kann auch 5.1 Surround-Filmtone oder sogar Stereomusik zu einem höchst immersiven Klangerlebnis werden.

 [youtu.be/JCtvKtB1Bj8](https://youtu.be/JCtvKtB1Bj8)

## MEDIENWORKFLOWS ÜBER INTERNET-PROTOKOLL-NETZWERKE

JPEG-XS SDK in Lizenz für professionelle Produktions- und Studioausrüstung verfügbar

Bei Sendeanstalten und Medienprovidern ist der Trend zur Übertragung von hochaufgelösten Produktions- und Kontributionsinhalten auf Basis des Internet-Protokolls immer stärker spürbar. Damit endet die Zeit der Übertragung von Bild- und Videosignalen über SDI und die Verwendung unterschiedlicher Netzwerke – auch in der Studioumgebung. Denn gerade hier werden Tausende von Signalen über Receiver, Video Mixer, Encoder, Decoder, Monitore u. v. m. geführt. Mit dem jetzt vorliegenden ISO-Standard JPEG-XS, an dem unsere Videoexperten maßgeblich mitgearbeitet haben, ist eine Kompression verfügbar, die speziell an die Anforderungen bei der Übertragung hochaufgelöster Bilddaten im Studiokontext angepasst ist. Wir bieten dafür das erste JPEG-XS SDK (Software Development Kit) mit einem CPU-optimierten En- und Decoder zur Lizenzierung an. Im SDK werden viele Möglichkeiten der

Parallelverarbeitung auf CPUs genutzt, sodass es sich optimal für Multi-Core-Prozessoren eignet. So ist ein En-/Dekodieren von 4k und 8k Videostreams für High-End-Anwendungen in Echtzeit möglich. Der Software-Codec eignet sich auch für die Integration in Kameras und Monitore. Er ist seit diesem Jahr als Lizenz für alle professionellen Mediengerätehersteller und für die Integration in Studioausrüstungen verfügbar.

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



## APPLE-, AMAZON- UND ANDROID-PRODUKTE MIT XHE-AAC

Endgeräte mit aktuellem Android- und Apple-Betriebssystem unterstützen nativ effizientesten AAC-Codec

Unterbrochene oder puffernde Audio- und Videostreams gehören bald der Vergangenheit an: Eine rasant wachsende Anzahl von Plattformen und Wiedergabegeräten verfügt nämlich inzwischen nativ über einen xHE-AAC-Decoder. Zusammen mit großen Content- und Betriebssystem-Anbietern arbeiten wir daran, xHE-AAC und MPEG-D DRC einem noch größeren Nutzerkreis verfügbar zu machen.

xHE-AAC wurde u. a. für adaptives Streaming über DASH oder HLS entwickelt und liefert bei guten Netzwerkbedingungen transparente Audioqualität. Bei Bedarf schaltet die Technologie nahtlos auf die Datenraten und Qualitätsstufen um, die ein überlastetes Netzwerk bereitstellen kann. Die standardmäßig erforderlichen MPEG-D DRC-Metadaten sorgen für ein optimales Benutzererlebnis in jeder Hörumgebung: Die Lautstärke von schwer verständlichen Dialogen kann in lauten

Umgebungen beispielsweise dynamisch verstärkt werden. Der ursprüngliche Audioinhalt wird dabei nicht verändert.

xHE-AAC und MPEG-D DRC werden nativ in Googles Android 9 und 10 sowie Amazon Fire OS 7-Betriebssystem (basierend auf Android 9 Pie) und in Apples iOS 13, macOS 10.15 Catalina, tvOS 13, iPadOS und watchOS 6 unterstützt.

Nutzer von Produkten mit diesen Betriebssystemen können mit xHE-AAC unterbrechungsfreies Streaming von Inhalten aller Art – beispielsweise Filme, Musik, Hörbücher oder Podcasts – genießen. xHE-AAC bietet maximale Codiereffizienz bei nutzbaren Stereo-Datenraten von 12 kbit/s bis 500 kbit/s und höher. Diese Effizienz ist besonders wichtig in Schwellenländern, in denen die Verbraucher immer noch auf 2G- oder 3G-Verbindungen angewiesen sind.

 [www.xhe-aac.com](http://www.xhe-aac.com)

## HÖHERE SPRACH- UND AUDIOQUALITÄT DANK LC3PLUS

Zusammen mit Ericsson entwickelter Audiocodec in neuen DECT »Evolution«-Standard aufgenommen

Dank des von uns mitentwickelten Enhanced Voice Services (EVS) Sprach- und Audiocodecs ist es möglich, per Mobilfunk im LTE-Netz miteinander zu telefonieren, als wären die Gesprächspartner im selben Raum. Für Festnetztelefone sind die Anforderungen an den Codec allerdings etwas anders gelagert. Diese Qualität auf DECT-Schnurlostelefonen blieb daher lange Wunschdenken. 2019 hat das Europäische Institut für Telekommunikationsnormen (ETSI) den neuen Audiocodec LC3plus standardisiert und in den DECT »Evolution«-Standard aufgenommen.

LC3plus ist eine Erweiterung des bei SIG Bluetooth standardisierten neuen Low Complexity Communication Codec (LC3).

Beide Versionen wurden gemeinsam mit Ericsson entwickelt, um Sprach- und Audioübertragung für schnurlose Kommunikationsgeräte zu verbessern und u. a. auch Super-Breitbandqualität für Bluetooth und DECT anbieten zu können. Das alles bei niedriger Latenz, niedriger Komplexität und einem niedrigen Speicherbedarf. LC3plus weist zusätzlich eine hohe Robustheit in Bezug auf Paketverluste und Bitfehler auf. Seine inhärenten Tools zur Fehlerverschleierung, die speziell für DECT-Telefone angepasst wurden, verbessern die Gesprächsqualität im Vergleich zu Vorgänger-Codecs deutlich: Selbst wenn sich das Mobilteil weit weg von der Basisstation befindet, kann ein unterbrechungsfreies Gespräch geführt werden.

 [www.iis.fraunhofer.de/LC3](http://www.iis.fraunhofer.de/LC3)



## MPEG-H AUDIO UPDATE

Erfolgreiche Trials, neue Partnerschaften und Lizenznehmer sowie neue Standards mit MPEG-H Audio

Mit einem Paukenschlag startete das Jahr 2019: Sony stellte auf der Consumer Electronics Show in Las Vegas das neue Musikformat »360 Reality Audio« vor. Dieses neue Streamingformat für immersive Musik basiert auf dem offenen Standard MPEG-H Audio. Im Herbst 2019 waren bereits 1000 Songs von Labels wie Sony Music, Universal und Warner verfügbar. Zu den bekanntesten Streamingdiensten, bei denen 360 Reality Audio zu hören ist, zählen Amazon Music HD, Tidal, Deezer und nugs.net.

MPEG-H ist aber nicht nur ein Format für Musikstreaming, sondern wurde speziell für UHDTV-Angebote entwickelt. Als solches konnten wir für MPEG-H im Berichtszeitraum den Einzug in weitere Standards erreichen: Neben China, Europa und Südkorea hat nun auch Brasilien MPEG-H Audio in seinen Digital-TV-Standard (ISDB-Tb) aufgenommen.

Diesen Erfolg erzielten wir u. a. dank zahlreicher erfolgreicher Trials, die wir im vergangenen Jahr durchgeführt haben und in denen wir beweisen konnten, wie zuverlässig und unkompliziert MPEG-H in bestehende Systeme integriert werden kann. Besonders erwähnenswert ist dabei die Liveübertragung der »Rock in Rio«-Konzerte in Brasilien mit MPEG-H-Sound über ISDB-Tb und 5G.

Damit die Produktionen live oder auch als Post-Produktion reibungslos ablaufen, sind zuverlässige Tools nötig. Hier haben renommierte Hersteller wie Blackmagic Design oder New Audio Technology ihr Angebot um MPEG-H Audio erweitert. Auch wir bieten mit dem MPEG-H Authoring Plug-in interessierten Nutzerinnen und Nutzern einen weiteren Baustein in der DAW-Produktionskette an, der stetig erweitert und verbessert wird.

 [youtu.be/9fU90uhHBm8](https://youtu.be/9fU90uhHBm8)

**1** Das SBTVD (Sistema Brasileiro de Televisão Digital / Brasilianisches Digitalfernsehsystem)-Forum hat MPEG-H Audio als zusätzliches Audiosystem in die ISDB-Tb-Spezifikationen aufgenommen.



ADA  
LOVELACE  
CENTER

# KÜNSTLICHE INTELLIGENZ IM ADA LOVELACE CENTER

Im ADA Lovelace Center for Analytics, Data and Applications beschäftigen wir uns mit Fragen rund um das Thema Künstliche Intelligenz (KI): Welche Fortschritte gibt es in der KI-Forschung? Welche Möglichkeiten bietet der Einsatz von KI in konkreten Anwendungen? Wie können KI-Methoden weiterentwickelt werden? Das ADA Lovelace Center verbindet als Kooperationsplattform für Wissenschaft und Wirtschaft auf innovative Art KI-Forschung mit KI-Anwendungen.

KI ist ein zentraler Faktor der digitalen Transformation von Wirtschaft und Gesellschaft. Dabei ist es von entscheidender Bedeutung, die neuesten Forschungsergebnisse möglichst schnell in die Anwendung zu überführen. Zu diesem Zweck haben wir in Kooperation mit der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg und der Ludwig-Maximilians-Universität München unter Beteiligung der Fraunhofer-Institute für Kognitive Systeme IKS und für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB das ADA Lovelace Center ins Leben gerufen. Es verbindet auf einzigartige Weise KI-Forschung mit KI-Anwendungen der Industrie. »Damit wird das ADA Lovelace Center einen wichtigen Beitrag dazu leisten, dass der Technologiestandort Deutschland auch zukünftig eine führende Position im internationalen Wettbewerb einnimmt«, so Prof. Dr. Reimund Neugebauer, Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft.

## **Analytics: Neun KI-Methoden im Fokus**

Wir forschen im ADA Lovelace Center an neun unterschiedlichen Kompetenzfeldern der KI und binden dazu vielfältige nationale und internationale Wissenschaftspartner ein. Das Methodenspektrum reicht von semantischen Datenmodellen und dem Lernen mit wenigen, annotierten Daten über automatisches und erklärbares Lernen bis hin zu maschinellem Lernen

### AUF EINEN BLICK

- 1 | KI ist ein zentraler Faktor der digitalen Transformation von Wirtschaft und Gesellschaft.**
- 2 | Das ADA Lovelace Center verbindet auf innovative Art KI-Methoden mit KI-Anwendungen.**
- 3 | Über neue Formate wollen wir die Zusammenarbeit mit Partnern aus Wissenschaft und Industrie stärken.**

*1 Mit dem ADA Lovelace Center hat das Fraunhofer IIS mit seiner Arbeitsgruppe SCS in Kooperation mit der FAU Erlangen-Nürnberg und der LMU München unter weiterer Beteiligung der Fraunhofer-Institute IKS und IISB eine einzigartige Forschungsinfrastruktur in Bayern geschaffen.*

und mathematischer Optimierung. Insbesondere mathematische Optimierung kann dazu beitragen, Antworten auf bisher nicht lösbare Fragestellungen der Industrie zu finden und Effizienzpotenziale zu heben.

#### **Data: Ressourcenschonender Umgang mit Daten**

Eine besondere Bedeutung messen wir im ADA Lovelace Center der Forschung entlang des Datenlebenszyklus bei, der vergleichbar mit dem Lebenszyklus von Produkten ist. Im Zusammenhang mit KI geht es nicht darum, wahllos möglichst viele Daten zu sammeln, sondern die richtigen und diese in angemessenem Umfang. Daraus resultieren Fragen wie: Wie sollen Daten gespeichert, strukturiert und übertragen werden? Welche Mehrwerte können mit Daten erzeugt werden? Was geschieht mit Daten, die keinen Erkenntnisgewinn ermöglichen? Bereits heute erzeugt das Aufbewahren großer Datenmengen einen nicht unerheblichen CO<sub>2</sub>-Ausstoß und macht einen ressourcenschonenden Umgang in der Zukunft erforderlich.

**»WIR MÜSSEN DATEN ALS ROHSTOFF BEGREIFEN UND MIT DIESEM ROHSTOFF ENTSPRECHEND RESSOURCENSCHONEND UND NACHHALTIG UMGEHEN.«**

*Prof. Dr. Alexander Martin, Leiter ADA Lovelace Center*

#### **Applications: Breites Feld an Anwendungen**

Unser Fokus im ADA Lovelace Center liegt auf Anwendungen aus den Bereichen Produktion, Mobilität, Logistik, Sport und Gesundheit. So entwickeln wir im Hinblick auf die Logistik KI-Methoden, die öffentlich verfügbare Datenquellen (z. B. Infrastruktur, Marktentwicklung, Kaufkraft, Bevölkerungsentwicklung, Wetter) nutzen, um Mehrwert für die logistische Netzplanung und damit verbundene Geschäftsentscheidungen zu generieren. Im Sport wollen wir die Spielanalyse (z. B. im Fußball oder Eishockey) durch eine Suchmaschine automatisieren, die Spielsituationen anhand von Lokalisierungsdaten mit ähnlichen Situationen aus der Vergangenheit vergleicht und in ihrer Ausführung bewertet.



## Innovative Formen der Vernetzung und Zusammenarbeit

Als wissenschaftliches Netzwerk bringen wir im ADA Lovelace Center lokale, regionale und nationale Akteure zusammen. Darüber hinaus bestehen strategische Kooperationen mit internationalen Partnern wie dem Machine Learning Center am Georgia Institute of Technology oder dem RIKEN Center for Advanced Intelligence in Tokio. Auf diese Weise wollen wir unsere internationale Sichtbarkeit weiter stärken und Forschende sowie Studierende aus dem In- und Ausland für das ADA Lovelace Center interessieren.

Um KI-Anwendungen gewinnbringend und praxisnah weiterzuentwickeln, fördern wir zusätzlich gezielt den Austausch zwischen Industrie und Wissenschaft. In sogenannten Joint Labs arbeiten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler gemeinsam mit Mitarbeitenden aus Unternehmen in kleinen, agilen interdisziplinären Entwicklerteams auf Zeit außerhalb des eigentlichen Tagesgeschäfts an konkreten Fragestellungen aus Forschung und Industrie. Für diese innovativen Formen der Zusammenarbeit bietet der neue Coworking-Space CoWiS an unserem Nürnberger Standort eine kreativitätsfördernde Arbeit-4.0-Umgebung. »Das ADA Lovelace Center versteht sich als Multiplikator, um KI-Kompetenz in einem Unternehmen aufzubauen oder die vorhandene KI-Kompetenz zu stärken bzw. weiterzuentwickeln«, so Martin. ■

 [www.ada-lovelace-center.de](http://www.ada-lovelace-center.de)

[www.scs.fraunhofer.de/cowis-nuernberg](http://www.scs.fraunhofer.de/cowis-nuernberg)

 [youtu.be/q95c-nU4P7U](https://youtu.be/q95c-nU4P7U)



## KONTAKT

**Prof. Dr. Alexander Martin**

Institutsleiter

Telefon +49 911 58061-5000

[alexander.martin@iis.fraunhofer.de](mailto:alexander.martin@iis.fraunhofer.de)



## »JOINT LAB DATA ANALYTICS« GEGRÜNDET

Zusammenarbeit mit BHS Corrugated – Hackathon als Kick-off des Joint Labs

Die BHS Corrugated Maschinen- und Anlagenbau GmbH und unsere Arbeitsgruppe für Supply Chain Services SCS gründeten das »Joint Lab Data Analytics« und initiieren damit ein neues Kooperationsformat zwischen Forschung und Industrie. Dafür arbeiten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie Unternehmensmitarbeitende in kleinen, agilen interdisziplinären Entwicklerteams auf Zeit in inspirationsfördernder Arbeit-4.0-Umgebung an konkreten Fragestellungen des Unternehmens.

Bei BHS Corrugated, Weltmarktführer in der Entwicklung und Produktion von Riffelwalzen, Wellpappenanlagen und deren Einzelaggregaten, ist die digitale Transformation zu intelligenten Prozessen und Produkten fester Bestandteil der Unternehmensstrategie. Das Unternehmen möchte damit den Servicelevel steigern, operative Prozesse und erfahrungsbasierte Prozessentscheidungen optimieren und begrenzte Ressourcen an qualifizierten Data Scientists ausgleichen.

Die auf drei Jahre angelegte Kooperation verfolgt das Ziel, die digitale Transformation von BHS Corrugated voranzutreiben und die Data-Analytics-Kompetenzen im Unternehmen nachhaltig auszubauen. Wir bringen neben Data-Analytics-Know-how auch Kompetenzen und Beratungsleistung im Bereich Business Transformation ein. Im Vergleich zu klassischen Kooperationsformaten erhalten wir umfassendere Einblicke in das Unternehmen und können entsprechend tiefer gehend wissenschaftlich unterstützen.

Kick-off des Joint Labs war der »Hack-ADA-thon – Inspired by BHS Corrugated« am 12. Juli 2019. Fünf Teams hatten acht Stunden Zeit, eine reale Fragestellung zu bearbeiten, die aus einem Anwendungsfall des Joint Labs abgeleitet war. Die Teilnehmenden – Entwicklerinnen und Entwickler, Studierende, Promovierende sowie Absolventinnen und Absolventen aus den Bereichen Statistik, Data Science, Informatik, Maschinenbau und Mathematik – erarbeiteten kreative Lösungen auf Basis von Data Analytics und Optimization. Die Ergebnisse fließen in die weitere Arbeit des Joint Labs ein. Zugleich war der Hack-ADA-thon für die Teilnehmenden als Recruiting-Event die Gelegenheit, sich über die Stellenangebote von BHS Corrugated und Fraunhofer IIS im Bereich Data Analytics zu informieren.

**2** Teilnehmende des »Hack-ADA-thon – Inspired by BHS Corrugated«, dem Kick-off des Joint Labs. Fünf Teams hatten acht Stunden Zeit, eine reale Fragestellung zu bearbeiten, die aus einem Anwendungsfall des Joint Labs abgeleitet war. Die erarbeiteten Data-Analytics- und Optimizations-Lösungen fließen in die weitere Arbeit des Joint Labs ein.

 [www.scs.fraunhofer.de/bhs-jointlab](http://www.scs.fraunhofer.de/bhs-jointlab)

 [youtu.be/ExCoytV8iVw](https://youtu.be/ExCoytV8iVw)



## »R2D – ROAD TO DIGITAL PRODUCTION«

Nürnberger Leuchtturm der Digitalisierung sendet starke Signale

Seit September 2016 arbeitete unsere Arbeitsgruppe für Supply Chain Services SCS und unser Bereich Lokalisierung und Vernetzung zusammen mit der Siemens AG, der Simplifier AG und der KINEXON Industries GmbH im Projekt »R2D – Road to Digital Production« an der Digitalisierung individualisierter industrieller Produktionsprozesse. Das Ziel: die Entwicklung eines Cyber-Physischen Produktionssystems (CPPS) für Fertigungen mit Losgröße 1. Damit sollen Prozesse so automatisiert werden, dass die Zusammenarbeit zwischen Mensch und Technik verbessert und die bisher übliche zentrale Planung der Fertigung und Materialbereitstellung bei optimaler Qualitätssicherung flexibilisiert und beschleunigt wird. Dafür begleitet ein Smart Production Tag mit Kommunikations- und Ortungsfunktionalität ein zu fertigendes Produkt durch den gesamten Produktionsprozess. Dieser Tag führt Produktdaten und Kontextinformationen mit und kann so eigenständig Prozessschritte erkennen, protokollieren und mit dynamischen Entscheidungen eigenständig steuern.

Für die erfolgreiche Umsetzung war es erforderlich, vorab nicht nur den Produktionsprozess klar zu definieren und die passenden Technologien auszuwählen, sondern auch Software zu entwickeln, die die aufgenommenen Daten in die vorhandene Infrastruktur integriert. Die dezentrale Steuerung des CPPS wird dabei von einem Echtzeitlokalisierungssystem unterstützt, das beispielsweise dafür sorgt, dass fahrerlose Transportfahrzeuge lokalisiert werden und sich eigenständig zur nächsten Destination navigieren können. Die generierten Daten wurden u. a. auch für unterstützende Elemente des vernetzten Werks genutzt, wie intelligente Apps für Tablets, Smartwatches und Eye-Tracking.

Bei der dreitägigen Ergebnispräsentation zum Projektabschluss im Februar 2019 wurde den Teilnehmenden in unserem Test- und Anwendungszentrum L.I.N.K. in Nürnberg live der 1500 Quadratmeter große Proof-of-Concept-Demonstrator präsentiert. Die nationalen und internationalen Gäste bescheinigten der Umsetzung hohe Praxisrelevanz und gaben in großer Zahl an, entweder ausgewählte Technologien für ihre jeweiligen Unternehmensbereiche oder aber das technologische Gesamtsystem CPPS in ihrer Organisation nutzen zu wollen. Vor diesem Hintergrund sondieren wir, die Siemens AG, die Simplifier AG und KINEXON Industries GmbH mögliche Folgeprojekte.

 [www.scs.fraunhofer.de/r2d](http://www.scs.fraunhofer.de/r2d)

 [youtu.be/yOWdIVGbW50](https://youtu.be/yOWdIVGbW50)

3 *Roboter-Ballett im Test- und Anwendungszentrum L.I.N.K. des Fraunhofer IIS in Nürnberg.*



## DATENBASIERTE SZENARIO- UND TRENDFORSCHUNG

Unsere »Forschungsgruppe Future Engineering« erstellt automatisierte Markt- und Technologietrends

Eine valide Vorhersage durch gezieltes Monitoring der jeweils wesentlichen Trends ist für eine nachhaltige und gezielte Unternehmensentwicklung essenziell; nur so können Chancen und Risiken rechtzeitig erkannt und strategische Entscheidungen fundiert abgesichert werden. Dafür braucht es aber die richtigen Informationen. In Zeiten des Internets ist der Zugang dazu so leicht wie noch nie, aber mit dieser Fülle an Informationen wächst auch der Aufwand, den Unternehmen, Marktforschende oder Trendscouts einsetzen müssen, um daraus frühzeitig Trends oder Marktveränderungen umfassend und detailliert ableiten zu können. Genau dort setzt die 2018 gegründete »Forschungsgruppe Future Engineering« an, in der Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler unserer Arbeitsgruppe für Supply Chain Services SCS und der Technischen Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm zusammenarbeiten. Ihr gemeinsames Ziel ist es, hochautomatisierte Systeme zur Wissensgenerierung und Trendanalyse zu entwickeln und für Unternehmen und die Marktforschung zur Verfügung zu stellen. Laut Prof. Dr. Ralph Blum, dem Leiter der Forschungsgruppe, wächst die eingesetzte Datenbank beispielsweise zum Thema Elektromobilität um bis zu 10 000 Meldungen in der Woche.

Im Internet wurden dafür mehr als 1000 themenspezifische Quellen national wie auch international identifiziert, die nützliche Informationen liefern (z. B. Seiten von Unternehmen, Verbänden und Pressehäusern). Alle Meldungen der ausgewählten Webseiten werden automatisch verarbeitet und in einer Graphdatenbank gespeichert. Da solche Datenmengen unterschiedlicher Formate und Inhalte durch Menschen nicht mehr effizient gesichtet werden können, nutzt die Forschungsgruppe innovative Methoden des »natural language processing« und der semantischen Web-Analyse, um die für sie relevanten Informationen zu extrahieren. Informationen unterschiedlicher Art werden im Wissensgraphen abgebildet, verknüpft und so für eine Prognose zukünftiger Entwicklungen nutzbar gemacht. Diese Datenanalyse kombiniert die Forschungsgruppe dann mit etablierten Methoden der Zukunftsforschung (z. B. einem Delphi-Verfahren oder einer Szenarioplanung). Ob diese Zukunftsbilder auch realistisch sind, beurteilt dann zum Schluss nach wie vor eine Expertengruppe.

 [www.scs.fraunhofer.de/digitale-transformation](http://www.scs.fraunhofer.de/digitale-transformation)

**4** Unsere »Forschungsgruppe Future Engineering« entwickelt hochautomatisierte Systeme zur Wissensgenerierung und Trendanalyse und stellt sie Unternehmen und Marktforschung zur Verfügung. Die Forscher stellen sich vor: Dr. Renato Budinich, Prof. Dr. Ralph Blum, Andreas Belger, Alexander Köhler (v. l.).

## DIGITALE TRANSFORMATION ZUM FLIEGEN BRINGEN

Entwicklung ganzheitlicher IoT-Lösungen am LabCampus in Kooperation mit der Flughafen München GmbH

Die Flughafen München GmbH und das Fraunhofer IIS haben im Jahr 2019 eine fünfjährige Kooperation im Kontext mit LabCampus vereinbart. Der LabCampus am Flughafen München wurde als Standort für neue, smarte Formen unternehmens- und branchenübergreifender Kollaboration konzipiert. Auf einer Fläche von insgesamt 500 000 Quadratmetern wird für unterschiedliche Stakeholder – Innovatoren und Wissensträger, Mittelstand und Global Player, Entrepreneur, Start-ups und Investoren – ein innovatives, urbanes sowie optimal vernetztes Umfeld geschaffen, in dem diese ihre Zukunftspotenziale bündeln und ausschöpfen können: Unter einem Dach und unter modernsten Bedingungen werden Menschen und Unternehmen interdisziplinär zusammenarbeiten und gemeinsam zukunftsweisende Produkt- und Service-Ideen entwickeln und direkt vor Ort testen.

Für die Entwicklung dieser Kooperations- und Innovationsplattform setzt LabCampus von Beginn an auf die Zusammenarbeit mit führenden Innovationspartnern, renommierten Institutionen und Forschungseinrichtungen. Darunter auch das Fraunhofer IIS. Im Kontext dieser Kooperation realisieren wir gemeinsam mit dem Flughafen München unter Projektleitung unserer Arbeitsgruppe für Supply Chain Services SCS bereichsübergreifend IoT-basierte und datengetriebene Innovationsprojekte entlang der gesamten IoT-Wertschöpfungskette.

Im Jahr 2019 wurden Projekte in vier Use Cases entwickelt:

- Infrastructure: Aufbau eines IoT-Netzwerks auf Basis von MIOTY®-Technologie (Lehrstuhl für Informationstechnik mit dem Schwerpunkt Kommunikationselektronik – LIKE, Forschungsbereich Lokalisierung und Vernetzung sowie Forschungsbereich Kommunikationssysteme)
- Asset Management: Entwicklung von IoT-basierten Services für Ladungsträger (SCS)
- Analytics: Aufbau von datengetriebenen Services, beispielsweise für die Anwendungsfälle Gebäude- und Flottenmanagement (Institutsteil Entwicklung Adaptiver Systeme EAS, SCS)
- Weiterbildung: Bündelung der Erkenntnisse in anwendungsnahen Trainingsangeboten (SCS)

Alle Aktivitäten im Rahmen der Kooperation verfolgen das Ziel, den LabCampus sowie den Flughafen München als digitale Innovationsstandorte in Bayern mitzugestalten und vor Ort die digitale Transformation weiter zum Fliegen zu bringen. Dies geschieht, indem wir gemeinsam mit unserem Kooperationspartner innovative, datengetriebene Services unter Realbedingungen entwickeln und ein komplexes IoT-Ökosystem aufbauen und unterstützen. Wir nutzen hierfür bereichsübergreifend unsere Kompetenzen rund um IoT, kognitive Sensorik, Data Analytics und Geschäftsmodellentwicklung zur ganzheitlichen, technologiebasierten Begleitung des LabCampus und des Flughafens München.

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



# LOKALISIEREN IN 5G

Präzise Lokalisierung spielt im Internet der Dinge und insbesondere in teil-automatisierten und autonomen Systemen in der Industrie eine wichtige Rolle. Daher ist die Verfügbarkeit von verlässlichen Positionsinformationen ein grundlegender Erfolgsfaktor für Industrie-4.0-Anwendungen. Der Aufbau und die Nutzung von 5G-Infrastrukturen nicht nur für die Kommunikation, sondern auch für eine Positionierung kann hier eine Lösung sein.

Die bisherigen Mobilfunkstandards wie 3G und 4G/LTE wurden hauptsächlich für die Sprach- und Datenkommunikation entwickelt. Dabei wurde die Lokalisierungsunterstützung nur durch gesetzliche Anforderungen, wie etwa zur Lokalisierung von Notrufen, vorangetrieben. Eingesetzt werden hierfür derzeit folgende Methoden:

- Mit Enhanced Cell ID (E-CID) können mobile Geräte, auf der Erkennung einer Funkzelle basierend, lokalisiert werden, wobei diese groben Ortsinformationen durch die zusätzliche Auswertung von Laufzeitinformationen verbessert werden können.
- Mit UTDOA (Uplink Time Difference of Arrival) und OTDOA (Observed Time Difference of Arrival) kann die Position eines mobilen Gerätes über eine Laufzeitmessung ermittelt werden.

Mit diesen Verfahren konnten in bisherigen Mobilfunknetzen im besten Fall Genauigkeiten zwischen 20 und 50 Metern erreicht werden.

## Ausblick auf die Möglichkeiten von 5G NR im Bereich Positionierung

Die Standardisierung von 5G ist ein fortlaufender Prozess, in dem klar definierte Weiterentwicklungen beschlossen und in sogenannten Releases veröffentlicht werden.

### AUF EINEN BLICK

- 1 | 5G bietet hohe Netzverfügbarkeit, größere Bandbreiten und geringe Verzögerungszeiten.
- 2 | Mit 5G ist im gleichen Standard Kommunikation und eine präzise Positionsbestimmung möglich.
- 3 | 5G ermöglicht die massive Sensorausbringung und -kommunikation für IIoT-Anwendungen

1 5G macht Industrie 4.0 und autonomes Fahren erst möglich.

In der 3GPP-Standardisierung – 3GPP steht für 3rd Generation Partnership Project und ist eine weltweite Kooperation von Standardisierungsgremien für Mobilfunk – wurde mit dem Release 15 im Juni 2018 die erste Generation von 5G New Radio (NR) festgesetzt.

Wie bei LTE wird es auch bei 5G mehrere Entwicklungsstufen im Rahmen von weiteren Releases geben. Mit dem kommenden Release 16 wird erstmals eine horizontale Positioniergenauigkeit von weniger als 3 Metern in Innenräumen angestrebt. Weitere Verbesserungen in der Genauigkeit erwarten wir mit den Releases 17 und 18 (siehe Kasten). Die 5G-Lokalisierungsarchitektur wird dabei eine Vielzahl von Sensoren integrieren können. So sind hybride Systeme möglich, die speziell auf die Anforderungen einer bestimmten Anwendung zugeschnitten und optimiert sind.

### 5G-Entwicklungen in unseren Forschungsbereichen

Bei lauffzeitbasierten Methoden wie OTDOA und UTDOA ist eine Lokalisierung mit Submetergenauigkeit innerhalb von 5G-Netzen möglich. Dies beruht auf der hohen Bandbreite in 5G von bis zu 100 MHz für Frequenzbereich FR1 (< 6 GHz) und der damit erhöhten Zeitauflösung. Bei einer Bandbreite von 400 MHz im Frequenzbereich FR2 (> 6 GHz) wird die Positionierungsleistung bis in den Dezimeterbereich gehen können.

Um diese Neuerungen zu testen, betreiben wir am Fraunhofer IIS in Nürnberg ein 5G-Testbed, das sich auf industrielle Anwendungen fokussiert. Hier werden wir u. a. ein UTDOA-System für präzise Lokalisierungsanwendungen in einer Industriehalle installieren. Die SDR (Software Defined Radio) genannte Plattform erlaubt es, flexibel die Leistungsfähigkeit der 5G-Lokalisierung schon zu einem sehr frühen Zeitpunkt kennenzulernen und in konkreten Anwendungen der Industrie zu testen. Diese anspruchsvolle Aufgabe, die tatsächlichen Fähigkeiten von 5G zu evaluieren, hängt von verschiedensten Implementierungsdetails sowie der Hardware- und Softwareunterstützung der Mobilfunkgeräte nach 2020 ab. Auch bei der Implementierung unterstützen wir unsere Kunden mit Beratung und Know-how.

#### 3GPP-Releases: geplante bzw. zu erwartende horizontale Positionsgenauigkeit in Gebäuden

- **Release 16:** < 3 Meter, Fertigstellung des Standards 2019 / mögliche Verfügbarkeit standardkonformer Geräte circa ab 2021
- **Release 17:** < 1 Meter, geplante Fertigstellung des Standards 2021 / mögliche Verfügbarkeit standardkonformer Geräte circa ab 2023
- **Release 18:** wenige Dezimeter, mögliche Fertigstellung des Standards 2023

# »DURCH LOKALISIERUNG AUF 5G-BASIS WERDEN IIOT-PROZESSE DEUTLICH EFFIZIENTER.«

Thomas von der Grün, Geschäftsfeldkoordinator Lokalisierung

## Lokalisierungsanwendungen in 5G

Dank dieser fortschreitenden Standardisierungsarbeiten kann die Lokalisierung mittels 5G in den nächsten Jahren zur Effizienzsteigerung in industriellen und logistischen Prozessen beitragen. Eine neue Anwendung, die durch diese weitaus präzisere Lokalisierung profitieren wird, ist z. B. der Einsatz von Drohnen für den Transport von Produktionsteilen in Industrieumgebungen. Fahrerlose Transportsysteme in der Fertigung, die sich selbstständig im Prozess orientieren, sind dagegen längst nicht mehr Science-Fiction, sondern in vielen Unternehmen bereits im Einsatz. Präzise Lokalisierung in 5G ist aber auch ein Thema für die Vielzahl an AV/VR-Anwendungen, die in der Fertigung und bei Remote-Anwendungen vermehrt eingesetzt werden.

Mit dem vom Freistaat Bayern geförderten 5G-Testbed für Industrie-4.0-Anwendungen bieten wir am Fraunhofer IIS parallel zu unseren Forschungstätigkeiten im Bereich 5G den Raum und das Know-how, um 5G in industriellen und logistischen Prozessen unter realen Bedingungen zu erproben. Zusätzlich zu diesen realen Implementierungen können Emulationen und Simulationen von 5G-Anwendungsfällen im zugehörigen 5G-Testzentrum durchgeführt werden. Dies hilft, die Lücke zwischen der Fertigstellung eines neuen Releases und der Verfügbarkeit standardkonformer Hardware zu schließen. ■

 [youtu.be/tLmj9miYtAs](https://youtu.be/tLmj9miYtAs)

Das Know-how des Fraunhofer IIS für die Realisierung der Positionsbestimmung innerhalb von 5G im industriellen Bereich beruht auf 20 Jahren Erfahrung mit verschiedenen Lokalisierungsmethoden wie UTDOA, DoA, RSSI, GNSS und Multi-Sensor-Fusion. Wir haben bereits unterschiedlichste Lösungen implementiert und Anwendungen zusammen mit Unternehmen vermarktet.



## KONTAKT

**Karin Loidl**

Bereich Lokalisierung und Vernetzung

Telefon +49 911 58061-9413

[karin.loidl@iis.fraunhofer.de](mailto:karin.loidl@iis.fraunhofer.de)



## DAS KOGNITIVE INTERNET FÜR DIE INDUSTRIE

Im Forschungszentrum IoT-COMMs arbeiten wir an anwendungsnahen Technologien

Die Industrie steht durch die zunehmende Digitalisierung und Vernetzung langfristig neuen Herausforderungen gegenüber. Um diesen gerecht zu werden, arbeiten wir zusammen mit verschiedenen Fraunhofer-Instituten an Technologien für ein Internet mit kognitiven Fähigkeiten und sicheren, vernetzten Datenräumen.

Innerhalb des Forschungszentrums IoT-COMMs, einem der drei Forschungszentren des Fraunhofer-Cluster of Excellence Cognitive Internet Technologies CCIT, werden vernetzte, agile und mobile Produktionssysteme sowie Anwendungen für autonomes Fahren vorangetrieben. Hierfür kombinieren wir die Basistechnologien Vernetzung, Lokalisierung und Informationssicherheit miteinander und entwickeln diese weiter.

Aus den bisherigen Forschungsergebnissen entstand das Projekt CPS.connect. Es ermöglicht eine permanente Überwachung kritischer Kenngrößen bei Maschinen und Anlagen im Produktionsprozess. Hierzu werden Sensoren drahtlos angebunden. Der Datenaustausch zwischen den Sensoren und der Maschine erfolgt in Echtzeit. Dies ist insbesondere im Abgleich mit dem »digitalen Zwilling« notwendig, der eine Prozessoptimierung bereits während der eigentlichen Produktion ermöglicht. Die integrierte Messtechnik reduziert zudem die zeit- sowie kostenintensive Aufbereitung des digitalen Modells.

Im Projekt SmartTool.connect ist eine intelligente Sensorik in einem Werkzeughalter verbaut. Sie ist in der Lage, durch Ultraschalltechnologie eine verbesserte Spanbildung sowie eine Zustandsüberwachung des Werkzeugs während des laufenden Produktionsprozesses zu gewährleisten. Dies macht den Prozess im Hinblick auf Standzeiten und Kosten effizient. Beide Lösungen sind für vorhandene Maschinen und Werkzeuge problemlos nachrüstbar.

Im Projekt Smart Intersection ist die schnelle Erfassung und gleichzeitig korrekte Beurteilung von Verkehrssituationen eine große Herausforderung. Durch die kooperative Umfeldwahrnehmung erstellt die Smart Intersection ein 360°-Umfeldmodell einer Kreuzung, klassifiziert die dortigen Objekte sowie deren Bewegungsmuster und leitet diese Informationen an die Fahrzeuge weiter.

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



## GOOSE-TECHNOLOGIE FÜR AUTONOMES FAHREN

Autonomes Fahren braucht eine hochgenaue und verlässliche Position – sonst wird es gefährlich

Komplexe Verkehrssituationen bei Einfädel- und Überholprozessen erfordern eine extrem hohe Aufmerksamkeit des Fahrers. Unaufmerksamkeiten führen hier leicht zu Unfällen. Dem kann autonome Unterstützung entgegenwirken. Um dem Fahrzeug für diese Situationen die benötigte hochgenaue Position im Dezimeterbereich zur Verfügung zu stellen, werden im Projekt PRoPART (Precise Robust Positioning for Automated Road Transports) alle Vorteile von Satellitensignalen als auch anderer Navigationslösungen, wie Radar und Kameras im Fahrzeug, genutzt.

In Tunneln oder unter Brücken kann die Signalverbindung zu den Satelliten jedoch abbrechen. Satellitensignale können auch gestört oder gar getäuscht werden. In diesen Fällen muss der Fahrer wieder das Steuer übernehmen – sonst wird es gefährlich.

Mit unserem GNSS-Empfänger GOOSE ist es möglich, Signalunterbrechungen für kurze Zeiträume zu überbrücken, damit der Fahrer auch in diesen Situationen nicht mehr eingreifen muss. Wir nutzen bei GOOSE bereits heute den offiziell ab 2020 verfügbaren Service OSNMA (Open Service Navigation Message Authentication) des Satellitennavigationsdienstes Galileo. Dieser versendet Galileo-Satellitensignale mit einer Verschlüsselung, die das Vortäuschen einer Position erheblich erschwert. So können wir mit der GOOSE-Technologie auch komplexe Verkehrssituationen für das autonome Fahren beherrschbar machen.

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

 [youtu.be/wzMkVOflxX0](https://youtu.be/wzMkVOflxX0)



## SHOTS AND DUNKS – WEARABLES FÜR BASKETBALL

Eignen sich am Körper getragene Messsysteme im Spiel? Mit der Universität Michigan wird dies validiert

Das Wearable Committee der National Basketball Association (NBA) und die Spielergewerkschaft National Basketball Player Association (NBPA) beauftragte uns nach einem internationalen Auswahlverfahren, verschiedene kommerzielle, am Körper getragene Messsysteme auf ihre Tauglichkeit für den Sporeinsatz zu validieren. Wearables werden bereits bei zahlreichen NBA-Teams im Training und Spiel eingesetzt.

Als Lokalisierungsspezialisten nehmen wir die Daten für Bewegungen auf und testen die Wearables für Messungen wie Geschwindigkeiten von Spielern, zurückgelegte Distanzen, Sprunghöhe bei Ballannahme und unter dem Korb sowie Anzahl an Richtungswechseln und Antritten. Daten, die für Spieler und Trainer wichtige Informationen zur optimalen Trainings- und Spielkontrolle bieten.

Vitalparameter wie Herzrate, TRIMP (TRainingsIMPuls) Trainingsbelastung und Muskelaktivität (EMG) werden von unserer Abteilung Bildverarbeitung und Medizintechnik validiert, die Sicherheitstests übernimmt die Universität Michigan. Sie koordiniert alle Arbeiten und stellt die Ergebnisse jährlich allen Teams zu jedem getesteten System zur Verfügung.

Bei der Arbeit mit Athleten müssen sowohl menschliche Faktoren sowie ethische Regularien berücksichtigt werden. Unsere Messverfahren überzeugten, sie stellen eine faire und konsistente Beurteilung von der Planung bis zur Analyse der Messdaten sicher. Die derzeitige Validierungsphase wird Mitte 2020 abgeschlossen.

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

## ENERGY HARVESTING UND ORTUNG FÜR MIOTY®-TECHNOLOGIE

Energieautarke Stromversorgung für massive IoT-Sensoranwendungen und genaue Sensorortung

Die drahtlose Übertragungstechnologie MIOTY® für sogenannte massive IoT-Anwendungen im industriellen Internet der Dinge (IIoT) oder in Smart City-Anwendungen überträgt zuverlässig und robust Daten von einigen Hunderttausend Sensoren auch über große Distanzen. Dies ist dank des patentierten Telegram-Splitting-Verfahrens, das wir am Fraunhofer IIS entwickelt haben, möglich. MIOTY® ist eine hardwareunabhängige Softwarelösung, die ETSI-standardisiert insbesondere für LPWANs (Low Power Wide Area Networks) verwendet wird. MIOTY® ist in Lizenz für die Integration in verschiedene Kundenlösungen verfügbar. Zusätzlich ist eine autarke Stromversorgung der MIOTY®-Sensoren durch Energy-Harvesting-Technologien möglich. Wir haben dazu Lösungen entwickelt, die minimale Vibration bzw. Temperaturunterschiede zur Stromerzeugung nutzen. Ein besonderes Plus, wenn

es darum geht, mehrere Hundert bis Tausende Sensoren über Jahre autark und energieeffizient zu betreiben.

Zur Ortung der Sensoren in massiven IoT-Netzen kann die feldstärkebasierte Lokalisierungstechnologie locadis integriert werden. Mit ihr ist eine Ortung im Innen- und Außenbereich innerhalb eines MIOTY®-Netzes möglich – dazu werden lediglich die Infrastruktur (Basisstationen) und die mit der MIOTY®-Technologie angebundenen Sensoren benötigt.

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



## SMARTE LAGERKOMMISSIONIERUNG TRILUM

Mobile Pick-by-light-Systeme auf Basis der s-net®-Vernetzungstechnologie kommerziell verfügbar

Unter dem Markennamen TRILUM haben wir ein drahtloses Pick-by-light-System für Lagerkommissionierung und Montageprozesse und insbesondere für flexible, temporäre und mobile Lageraufbauten entwickelt. Das System ist leicht anzupassen und somit ideal für Umgebungen, in denen Lagerplätze, Entnahmefächer und Regale häufig umgestaltet werden oder wechseln, z. B. bei Kommissionier- und Montageabläufen sowie Verteilprozessen. Dabei leitet TRILUM Mitarbeiter per LED-Leuchtsignal zum richtigen Lagerplatz. Entscheidende Informationen wie die Entnahmemenge sind vor Ort bereits auf einem E-Paper-Display komfortabel und zeitsparend einsehbar. Mittels Tastendruck lässt sich die Entnahme von Waren schnell und einfach bestätigen – die Rückmeldung an das Lagerverwaltungssystem erfolgt vollautomatisch und papierlos.

Die Systemkomponenten sind mit unserer stromsparenden s-net®-Vernetzungstechnologie drahtlos verbunden. So können die TRILUM-Fachanzeigen batteriebetrieben arbeiten und mobil eingesetzt werden. Seit Herbst ist das System über unseren Partner AST-X kommerziell verfügbar.

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

## EASYPILOT FOLLOW: EFFIZIENTES KOMMISSIONIEREN

Wismet-Technologie erleichtert Arbeitsabläufe beim Be- und Entladen

Durch die von uns entwickelte Wismet-Technologie folgt das Kommissionierfahrzeug den Menschen automatisch und erleichtert die Arbeitsabläufe beim Be- und Entladen immens. Die Verbindung kann man sich wie eine virtuelle Leine zwischen Mensch und Maschine vorstellen. Durch die Wismet-Positionsbestimmung stoppt das Fahrzeug, wenn der Kommissionierer stehen bleibt, und fährt weiter, wenn er wieder geht. So kann Zeit eingespart werden. Der Kommissionierer trägt dafür lediglich einen Sensor in der Tasche und hat die Hände für das Be- und Entladen frei. Die Ortungszuverlässigkeit ist auch bei hohem Beladungsstand gewährleistet.

Die Wismet-Technologie basiert auf einer zuverlässigen Ultra-Breitband-Technologie (UWB; engl.: ultra-wideband), welche mittels Laufzeitmessung des UWB-Funksignals immer exakt die Position zwischen Fahrzeug und dem vom Menschen getragenen Sensor bestimmt.

In Zusammenarbeit mit Jungheinrich wurde der easyPILOT Follow umfassend getestet und steht bereits als fertiges Produkt zur Verfügung. Die Wismet-Plattform ist eine Hardware, die zur Evaluierung von Lokalisierungs-, Kommunikations- und Identifikationstechnologien verwendet wird. Diese Plattform ermöglicht den zeitgleichen Einsatz von verschiedenen Ortungstechnologien.

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



# SATELLITEN-IOT ERMÖGLICHT WELTWEITE VERNETZUNG

Satelliten ermöglichen die Übermittlung von Daten rund um den Globus. Sie sammeln Daten für das Internet of Things (IoT) weltweit ein und leiten sie an gut vernetzte Bodenstationen weiter – von dort aus gelangen sie schließlich zum Anwender. Damit das noch einfacher wird, entwickeln wir effiziente Übertragungsverfahren für IoT-Sender, die von jedem Punkt der Erde aus direkt zum Satelliten funken.

Zahlreiche Anwendungen beweisen inzwischen, dass die weltweite Vernetzung über das IoT längst Realität ist. Viele dieser Anwendungen sind auf das Leben in der Stadt zugeschnitten, wo Sensoren heute schon für die Parkraumüberwachung oder zur Messung von Wetter- und Umweltdaten im Einsatz sind. Deshalb entstehen und wachsen terrestrische IoT-Netzwerke momentan hauptsächlich an gut vernetzten Standorten, meistens in größeren Städten. Mit einer Reichweite von etwa 15 Kilometern und energieeffizienten Sendern bieten Low Power Wide Area Networks (LPWAN) genau die richtigen Eigenschaften, um Smart-City-Anwendungen zu ermöglichen. Die dafür benötigten Netzwerke bestehen aus einer großen Anzahl an Objekten, die ihre Sensordaten an eine zentrale IoT-Basisstation schicken. Von dort werden die Daten per Mobilfunk oder DSL weitertransportiert, sodass sie jederzeit über das Internet abrufbar sind.

## « Terrestrische IoT-Netzwerke

*Bodenbasierte IoT-Systeme, in denen der gesamte Funkverkehr auf der Erde stattfindet – ohne Unterstützung durch Satelliten.*

### Satelliten sind die Wachstumsbeschleuniger fürs IoT

Was in der Stadt einfach funktioniert, ist angesichts fehlender Kommunikationsinfrastruktur in den entlegensten Regionen der Welt eine echte Herausforderung. Denn auf Weltmeeren, in der Wüste, der Arktis oder tief im Dschungel gibt es keine Infrastruktur, um Daten ins Internet einzuspeisen. Abhilfe schaffen hier Satelliten. Sie spannen ein weltweit verfügbares Kommunikationsnetz auf und leiten Daten an entfernte und mit dem Internet verbundene Bodenstationen

#### AUF EINEN BLICK

- 1 | Satelliten bringen IoT-Daten von jedem beliebigen Ort der Erde aus zum Anwender.
- 2 | Mit unserer Lösung für Satelliten-IoT senden Objekte ihre Daten direkt zum Satelliten.
- 3 | IoT-Objekte mit direkter Satellitenverbindung sind günstig und flexibel einsetzbar, weil sie weltweit frei beweglich Daten ins All senden können.

weiter. Bei diesen derzeit eingesetzten Satelliten-IoT-Anwendungen kommt ein LPWAN mit IoT-Basisstation zum Einsatz, welches die Daten der Sensoren zuerst über ein größeres Gebiet empfängt und dann gebündelt an einen Satelliten schickt. Das Sammeln von IoT-Daten an sehr abgelegenen Orten ist damit kein Problem mehr – allerdings nur, wenn sich das Netzwerk auf ein bestimmtes Gebiet begrenzt. Ein Landwirtschaftsbetrieb kann beispielsweise eine einzige zentrale Basisstation mit Satellitenverbindung installieren, um verschiedenste Maschinen, den Tierbestand sowie Umwelt- und Bodenparameter zu überwachen. Durch die Anbindung per Satellit erreicht das IoT letztendlich die entferntesten Orte.

#### **IoT-Sender funken direkt zum Satelliten**

Sobald jedoch Bewegung ins Spiel kommt, also z. B. Fahrzeuge lokalisiert werden sollen, die sich in einem größeren Radius bewegen, taucht eine weitere Schwierigkeit auf: Die Reichweite klassischer LPWAN-Lösungen ist zwar groß, aber nicht unbegrenzt. Für eine ununterbrochene Überwachung eines Fuhrparks dürften die Fahrzeuge die Verbindung zu einer IoT-Basisstation niemals verlieren. Ein lückenloses Netz aufzubauen ist aber extrem aufwendig – vor allem in abgelegenen Regionen und wenn relativ wenige Objekte vernetzt werden müssen.

Deshalb haben wir eine Lösung entwickelt, für die keine fest installierte Basisstation mehr nötig ist. Stattdessen senden IoT-Objekte ihre Daten direkt zum Satelliten. Alles, was es dazu braucht, ist ein für den Satellitenbetrieb ausgelegter IoT-Sender und ein geeignetes Übertragungsverfahren. Damit kann prinzipiell jedes Gerät direkt zum Satelliten funken. Der Bewegungsradius der IoT-Geräte ist dadurch völlig frei.

Das Übertragungsverfahren für den Transport der Daten vom mobilen Sender zum Satelliten beruht auf unserer etablierten LPWAN-Technologie MIOTY®, die auf einem Standard des Europäischen Instituts für Telekommunikationsnormen (ETSI) basiert. Beim »Telegram Splitting« teilt der Sender jede Nachricht in kleinere Pakete auf und sendet sie zeitlich versetzt über verschiedene Frequenzen. Nur etwa 50 Prozent der Pakete müssen beim Empfänger ankommen, damit die Nachricht entschlüsselt werden kann. Dadurch ist das Verfahren besonders robust gegenüber Störfaktoren und lässt zu, dass eine große Anzahl an Sensoren gleichzeitig senden kann. Damit die Signale die Distanz bis zum Satelliten im Weltall überwinden können, haben wir die Übertragung speziell für die Satellitenkommunikation angepasst.

# »DAS INTERNET DER DINGE REIST PRAKTISCH PER SATELLIT UM DIE ERDE.«

## Satellitenkonstellationen sorgen für lückenlose Abdeckung

Das Besondere an unserer Satelliten-IoT-Lösung ist die einfache Umsetzbarkeit. Sie lässt sich auf bereits erhältlichen Chipsätzen integrieren, sodass die Sender kostengünstig entwickelt und hergestellt werden können. Zudem ist das Übertragungsverfahren so energieeffizient, dass selbst kleine Batterien den IoT-Sendern lange Zeit die nötige Energie liefern. Um die Batterielebensdauer weiter zu erhöhen, lassen sich unsere Sender mit Solarzellen oder anderen Ansätzen zur Energiegewinnung (Energy Harvesting) erweitern.

Einmal im Einsatz, sind die Sender später quasi wartungsfrei und in Kombination mit Satellitenkonstellationen im Low Earth Orbit (LEO) über Jahre hinweg nutzbar, um beispielsweise Umgebungs- und Positionsdaten zu erfassen und weiterzugeben. LEO-Satelliten umkreisen die Erde schnell und in großen Konstellationen mit mehreren Satelliten pro Umlaufbahn. So ist permanent gewährleistet, dass ein Satellit die Daten der Sender empfangen und zur nächstgelegenen Basisstation transportieren kann. Auf diese Weise können beispielsweise Waldbrände oder Lecks in Ölpipelines frühzeitig entdeckt und eingedämmt werden. ■

### « Low Earth Orbit (LEO)

*Die Umlaufbahnen von Satelliten im Low Earth Orbit liegen typischerweise in einer Höhe von nur etwa 1000 Kilometern.*

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

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



## KONTAKT

### Claudia Wutz

Bereich Kommunikationssysteme

Telefon +49 9131 776-4071

[claudia.wutz@iis.fraunhofer.de](mailto:claudia.wutz@iis.fraunhofer.de)

## ZUKUNFTSWEISENDE SYSTEMARCHITEKTUREN FÜR KMU

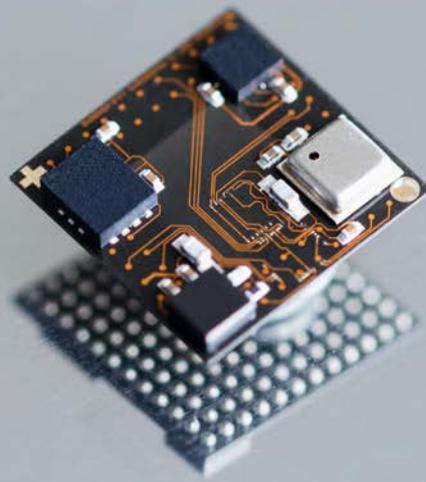
Globalfoundries, Fraunhofer und Next Big Thing gründen Start-up in Dresden

Deutschlands Innovations- und Wirtschaftsstärke beruht vor allem auf kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU), die sich mit leistungsfähigen Produkten und Dienstleistungen erfolgreich am Markt behaupten. Dafür benötigen die KMU zunehmend hochintegrierte Technologien, deren Eigenentwicklung für viele Unternehmen zu aufwendig, langwierig und teuer ist.

Das Start-up Sensry bietet seinen Kunden Zugang zu hochintegrierten, stromsparenden und kostengünstigen Sensorsystemen auf Basis von Globalfoundries 22FDX®-Technologie. Damit ermöglicht es die problemlose Nutzung zukunftsweisender Systemarchitekturen und Fertigungsmethoden auch für Prototypen und Kleinserien in Verbindung mit modernsten

Aufbau- und Packaging-Technologien. Das von Sensry angebotene »Baukastenprinzip« bietet zudem ein Höchstmaß an Flexibilität durch eine modulare Bauweise. Im Ergebnis erhalten die Kunden jeweils einen maßgeschneiderten Sensorknoten mit flexibler kundenspezifischer Ausstattung an Sensoren und Kommunikationslösungen.

Sensry ist aus dem vom Freistaat Sachsen und der Europäischen Union geförderten Verbundprojekt USEP (Universelle Sensor-Plattform) hervorgegangen, in dem ein Verbund aus sächsischen Fraunhofer-Instituten gemeinsam mit Globalfoundries Dresden arbeitet. Ziel des mit Next Big Thing gegründeten Start-ups ist es, die Projektergebnisse zu vermarkten.



1

## NEUE GEHÄUSE FÜR MORE THAN MOORE

Institutsteil Entwicklung Adaptiver Systeme EAS entwickelt für Globalfoundries »Assembly Design Kit«

Gordon Moore, Mitgründer der Firma Intel, sagte in den 1960ern voraus, dass sich die Zahl der Schaltkreise auf einem Mikrochip jährlich verdoppeln würde. Lange Zeit galt das Moore'sche Gesetz als eine goldene Regel in der Elektronik, doch inzwischen stößt der Grundsatz an seine Grenzen. Zahlreiche Hersteller suchen nach neuen Wegen, die Funktionalität und Leistungsfähigkeit ihrer Chips zu steigern.

Um in diesem Sinne die Halbleiterfertigung in Deutschland zu unterstützen, erarbeiten wir am Institutsteil Entwicklung Adaptiver Systeme EAS für die u. a. in Dresden ansässige Foundry Globalfoundries »Assembly Design Kits« (ADKs). Mit solchen prototypisch bereits erprobten ADKs werden Methoden aus dem Schaltkreisentwurf für die Problemstellungen des Gehäuseentwurfs adaptiert, um für immer komplexere Chipaufbauten auch entsprechend komplexe Packages zu ermöglichen. Denn die hohe Packungsdichte in modernen elektronischen Systemen bringt das bisherige Prinzip einer vom eigentlichen Chipdesign separaten Gehäuseentwicklung ins Wanken.

Bis heute ist es generell üblich, dass Daten, wie Fertigungsregeln, Informationen zu Material, Leiterbreiten oder Abstandsregeln, für das Packagedesign nicht in elektronischer Form zur Verfügung stehen. Dies hat den entscheidenden Nachteil, dass für die immer leistungsfähigeren, aber auch komplexeren elektronischen Aufbauten ein enorm großer Aufwand beim Informationsaustausch zwischen Chip- und Gehäuseherstellern entsteht.

Um diesen entscheidenden Nachteil auszugleichen, passen wir ein Vorgehen aus dem IC-Entwurf an. Dafür bereiten wir Gehäusespezifikationen für zukunftsweisende Halbleitertechnologien so auf, dass sie in alle gängigen Softwarelösungen zum Chipdesign integriert werden können. Dies ermöglicht beispielsweise Simulationen vor der Fertigung, die neben der eigentlichen Elektronik das Gehäuse bereits mit einschließen. So erhalten Elektronikdesigner die Möglichkeit, beide Bestandteile eines fertigen elektronischen Systems gemeinsam zu entwerfen – ohne Umwege über einen externen Gehäuseentwurf. Darüber hinaus können sie mit der dabei entstehenden einheitlichen Datenstruktur auch Informationen zwischen verschiedenen Design-Programmen austauschen. Das erste in die Praxis überführte ADK für eine Globalfoundries-Technologie wird 2020 fertiggestellt sein.

1 *Chip-Package aus dem Projekt  
»Universelle Sensor-Plattform (USEP)«  
in Globalfoundries-Technologie.*



## STATUS QUO SÄCHSISCHER KI-AKTIVITÄTEN

Umfangreiche Interviews mit Experten aus Forschung und Wirtschaft decken Handlungsbedarf auf

Um die Wettbewerbsfähigkeit der sächsischen Wirtschaft und Forschung im KI-Umfeld zu stärken, wurde im November 2018 das Projekt »Künstliche Intelligenz – Kompetenzen und Innovationspotential in Sachsen« (KIKiS) gestartet. Der Institutsteil Entwicklung Adaptiver Systeme EAS des Fraunhofer IIS und die Professur Hochparallele VLSI-Systeme und Neuromikroelektronik der TU Dresden haben in den darauffolgenden Monaten den Status quo und die Perspektiven für KI-Angebote im Freistaat Sachsen untersucht. Die zentrale Frage war, wie Anbieter ganz konkret Bedarfe, Potenziale, Herausforderungen und notwendige Rahmenbedingungen einschätzen, um erfolgreiche KI-Lösungen zu entwickeln.

Umfangreiche Interviews mit Experten aus Forschung und Wirtschaft, die sich mit verschiedenen Fragestellungen von maschinellem Lernen bis hin zu künstlichen neuronalen Netzen beschäftigen, geben nun Aufschluss darüber, in welchen Bereichen Handlungsbedarf gesehen wird. Dazu zählen der Wissens- und Technologietransfer, die Lehre, die Bereitstellung von analysierbaren Datenbeständen oder die Qualifizierung und Weiterbildung von Mitarbeitenden.

»Es zeigt sich unter anderem, dass wir zukünftig den Austausch und Transfer von Wissen zwischen Forschung, Lehre und Wirtschaft noch effizienter und vor allem wechselseitig gestalten müssen«, greift Dr. Peter Schneider, Projektleiter von KIKiS und Leiter des Fraunhofer-Institutsteils EAS, eine der zentralen Schlussfolgerungen aus den Befragungen auf.

**»NUR SO KÖNNEN WIR UNS IN SACHSEN AUCH JENSEITS VON EINZELERFOLGEN SIGNIFIKANTE WETTBEWERBSVORTEILE MIT KI-ANGEBOTEN ERARBEITEN.«**

Einen Überblick über alle wichtigen Projektergebnisse haben der Fraunhofer-Institutsteil EAS und die TU Dresden im Rahmen einer Roadshow durch Sachsen in vier Regionen des Freistaats vorgestellt. Das Projekt KIKiS wird im Rahmen der Technologieförderung durch das Sächsische Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr unterstützt. Die Maßnahme wird mitfinanziert durch Steuermittel auf Grundlage des von den Abgeordneten des Sächsischen Landtags beschlossenen Haushalts.

*2 Im Gespräch mit dem Sächsischen Staatsminister für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr, Martin Dulig, auf dem Roadshow-Stopp beim »forum sachsen digital«.*



# PHÄNOTYPISIERUNGS-ROBOTER IM FELDEINSATZ

Die globale Erderwärmung und der steigende Nahrungsbedarf bei gleichzeitig wachsender Weltbevölkerung sind zentrale Herausforderungen des 21. Jahrhunderts. Die Züchtung neuer, angepasster Sorten von Kulturpflanzen ist hierbei ein wesentlicher Schlüsselfaktor. Der noch recht junge Forschungszweig der digitalen Phänotypisierung beschäftigt sich mit der zerstörungsfreien Merkmalerkennung, die eine angepasste Züchtung von Kulturpflanzen ermöglicht.

Gemächlich zieht das Feldfahrzeug seine Linien im dicht bepflanzten Weizenfeld. Aufgrund seines eigentümlichen Aussehens würde man solch ein Fahrzeug eher bei der Erforschung entlegener Planeten vermuten. Das Gefährt ist so konstruiert, dass es bei der Überquerung der zarten Nutzpflanzen möglichst keine Schäden anrichtet. Auf dem Roboterfahrzeug befinden sich unterschiedliche Sensoren, die den Pflanzen auf dem Feld buchstäblich beim Wachsen zusehen. Mit dem Einsatz solcher Prototypen ist Forschenden des Fraunhofer IIS und seinen Industriepartnern, wie z. B. den Unternehmen PhenoKey, Strube und Saatzucht Streng & Engelen, ein wichtiger Schritt auf dem Gebiet der Phänotypisierungsforschung gelungen: »So können wir das Pflanzenwachstum in der natürlichen Umgebung im Detail beobachten. Das ermöglicht uns den Zugang zu objektiven und unverfälschten Daten«, sagt Dr. Stefan Gerth, Leiter der Gruppe »Innovatives Systemdesign« am Fraunhofer-Entwicklungszentrum Röntgentechnik EZRT.

## Menschen sind keine Roboter

Das Hauptmerkmal für die Sortenselektion in der Züchtung sind nach wie vor die Erträge einer Pflanzenart. Bislang wurden unsere modernen Sorten in erster Linie aufgrund optisch nachweisbarer, oberirdischer Merkmale von Zuchtexperten ausgewählt. Wegen der subjektiven Wahrnehmung und Bewertung ist diese Vorgehensweise aber ungenau und schlecht reproduzierbar.

### AUF EINEN BLICK

- 1 | Unsichtbare Bereiche unter dem Blätterdach einer Pflanze können dank Röntgentechnik sichtbar gemacht werden.
- 2 | Mithilfe von zerstörungsfreier Merkmalerkennung ist eine angepasste Züchtung von Kulturpflanzen möglich.
- 3 | Zerstörungsfreie Messtechnik garantiert Objektivität sowie Wiederholbarkeit von Messungen.

In der Weizenzucht beispielsweise werden für gewöhnlich die Höhe der Halme und die Anzahl der Ähren bewertet. Diese Merkmale korrelieren zwar mit dem Ertrag der Sorte, werden jedoch nur deshalb erhoben, da bisher keine technische Lösung zur Bestimmung der exakten Biomasse mittels zerstörungsfreier Prüfung existiert. So erfolgt die Messung der Biomasse bisher nur indirekt durch die Messung der korrelierten Merkmale.

Bei der Zuckerrübenzucht stehen dagegen ganz andere Pflanzenmerkmale im Mittelpunkt der Phänotypisierungsforschung. Hier wird ein gleichmäßiger Feldaufgang angestrebt, um bei der Ernte Zuckerrüben ungefähr gleicher Größe zu erhalten. Weiterhin sind Blattflächen, -formen und -orientierung relevant für Wachstumsverhalten und Zuckergehalt.

### **Multimodalität verbessert Daten**

Eine Parzelle mit Weizengetreide im Testfeld besteht aus mehreren sogenannten Plots mit einer Breite zwischen 1,25 und 1,5 Meter. Momentan wird die Vergleichbarkeit der Einzelmessungen vor allem durch optische, volumetrische Messungen mit Technologien wie LiDAR und Laserlinienscanning bestimmt. »Abhängig von der Dichte der Parzelle – also der Anzahl von Halmen und Ähren innerhalb des Plots – ist der Zusammenhang zwischen Biomasse, also Ertrag und Volumen, jedoch für beide optischen Methoden sehr ungenau. Optische Methoden können – ähnlich wie ein Züchtungsexperte – die Höhe der Halme bestimmen«, erklärt Gerth. »Zusammen mit dem zurückgelegten Weg ergibt sich das Volumen des Plots. Aber sobald sich das Blätterdach schließt, gibt es keine Informationen über die vorhandene Realdichte. Auch die Qualität der Ähren kann aufgrund der Verdeckung nicht mehr optisch bestimmt werden.«

#### **LiDAR »**

*engl.: Light Detection And Ranging*

An dieser Stelle kommt Röntgentechnik zum Einsatz: Mit ihrer Hilfe können auch unsichtbare Bereiche unter dem Blätterdach sichtbar gemacht werden. Aber nicht nur das: Mit Röntgentechnik sind wir in der Lage, die Dichte und somit die genaue Biomasse der Halme und Ähren zu identifizieren. In Verbindung mit den optisch erhobenen Bilddaten ergeben sich äußerst aussagekräftige Daten für die Sortenbestimmung.

### **3D-Modellierung zur präzisen Blattanalyse**

Auch in der Zuckerrübenzucht ist die digitale Phänotypisierung der Pflanzen in Testparzellen ein nicht mehr wegzudenkendes Werkzeug für den Züchter. Da die eigentliche Rübe unsichtbar im Boden wächst, stehen hier die Blätter der Pflanze im Zentrum des Interesses. Diese sind als »Sonnenkollektoren« dafür zuständig, das Sonnenlicht möglichst effizient »einzusammeln« und u. a. für die Zuckerproduktion nutzbar zu machen. Zu viel Sonnenlicht ausgesetzt zu sein bedeutet andererseits Stress für die Pflanze. Daher sind die Form und die Ausrichtung der Blätter wichtige Kriterien, wenn es darum geht, eine Sorte zu beurteilen.

»Um die Fläche und Form eines Blattes möglichst exakt zu bestimmen, ist eine dreidimensionale Erfassung unerlässlich«, erklärt Oliver Scholz, Gruppenleiter in der Abteilung Berührungslose Mess- und Prüfsysteme am EZRT. »Hierfür kommen je nach Umgebungsbedingungen unterschiedliche Verfahren zum Einsatz, die an die jeweilige Situation angepasst sind und optimale Ausgangsdaten für die nachfolgende Analyse bereitstellen.«

Die so erfassten dreidimensionalen Daten jedes Blattes dienen als Ausgangsbasis für ein digitales Modell des Blattes, das die für den Züchter wesentlichen Eigenschaften repräsentiert. So werden Hunderttausende von Datenpunkten pro Blatt in einige wenige Parameter komprimiert, die trotzdem das Blatt präzise charakterisieren. Dies ist vergleichbar mit der mp3-Kodierung von Audiodaten, bei der eine große Datenmenge auf die Essenz reduziert wird. Die so gewonnene Blattbeschreibung ermöglicht dem Züchter detaillierte Einsichten in das Wachstum seiner Sorten und gibt ihm eine fundierte Entscheidungsgrundlage für die weitere Zucht.

### **Mensch und Maschine im Zusammenspiel**

Der wesentliche Mehrwert bei der Phänotypisierung mittels zerstörungsfrei messender Prüfroboter besteht in der Objektivität der digitalen Messung und der damit verbundenen Wiederholbarkeit der Ergebnisse. Der Roboter ist als Entscheidungswerkzeug für den Menschen zu betrachten, indem er dem Züchter eine präzise Datengrundlage für die Züchtungsplanung liefert. Nichtsdestotrotz streben wir einen höheren Automatisierungsgrad an: In den nächsten Jahren schon sollen Feldfahrzeuge in der Lage sein, autonom auf dem Feld zu navigieren und den Pflanzenbestand gezielt zu erfassen und die so gesammelten Daten auszuwerten. ■

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

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



### **KONTAKT**

#### **Thomas Kestler**

Fraunhofer-Entwicklungszentrum Röntgentechnik EZRT

Telefon +49 911 58061-7611

[thomas.kestler@iis.fraunhofer.de](mailto:thomas.kestler@iis.fraunhofer.de)



## 3D-CT EINER PERUANISCHEN MUMIE

Forschungsprojekt »Big Picture« zeigt Lösungen im Umgang mit riesigen Datenmengen

Im Rahmen des Forschungsprojekts »Big Picture« haben wir eine Mumie aus der Zeit zwischen dem 11. und 15. Jahrhundert n. Chr. aus der Sammlung des Linden-Museums Stuttgart mittels 3D-Röntgencomputertomographie (CT) untersucht. Bei dem Projekt geht es insbesondere um die Digitalisierung dreidimensionaler Objekte mit hoher Genauigkeit. Wir konnten mit diesem Scan die Fortschritte der Forschungsarbeiten seit Beginn des Projekts im Februar 2018 demonstrieren.

Bis auf das grobe Alter und die Herkunft war über die Mumie vor dem Scan nicht viel bekannt. Durch die 3D-CT konnten zahlreiche Grabbeigaben identifiziert werden. Sogar ein Maiskolben im Kopfbereich wurde entdeckt. Bislang waren für die Betrachtung solcher hochauflösender Datensätze wie die

des Mumien-Scans sehr teure und leistungsstarke Industriecomputer notwendig. Mit neu entwickelter Software lässt sich der hochaufgelöste Datensatz nun mit einem handelsüblichen Notebook betrachten.

Im Rahmen von vorangegangenen Forschungs- und Industrieprojekten wurden mehrere Referenzanwendungen identifiziert, die einen hohen wirtschaftlichen Nutzen aufweisen. Die Inhalte des Projekts Big Picture wurden so konzipiert, dass insbesondere die Anforderungen der bayerischen Industriepartner adressiert werden.

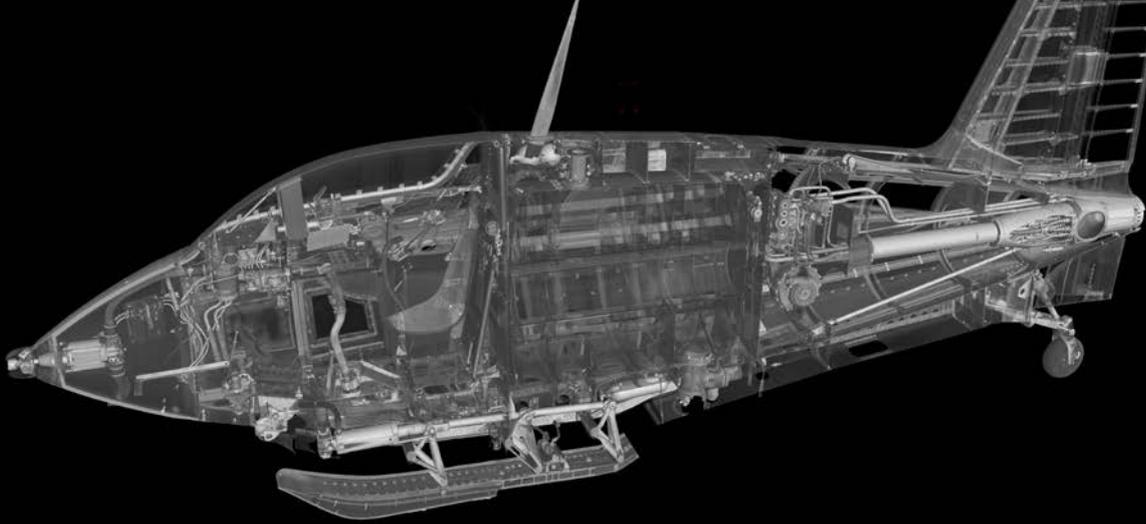
  [www.iis.fraunhofer.de/bigpicture](http://www.iis.fraunhofer.de/bigpicture)

## VERALTETE RÖNTGENSYSTEME UMRÜSTEN

Der Retrofit-Service verwandelt ausrangierte Röntgensysteme in leistungsfähige CT- oder DR-Systeme

Mit unserem Retrofit-Service für industrielle Röntgensysteme werden bereits existierende, aber veraltete Röntgensysteme in leistungsfähige Computertomographie (CT)- oder Digitale Radioskopie (DR)-Systeme für industrielle Anwendungen verwandelt. In vielen Unternehmen, Forschungseinrichtungen und Museen werden bereits existierende Systeme eingelagert, da sie für aktuelle Untersuchungen vermeintlich nicht mehr eingesetzt werden können oder defekte Komponenten aufweisen. Oft sind nur wenige Handgriffe notwendig, um ein bestehendes System »wiederzubeleben«. Mit dem VOLEX Retrofit-Paket bieten wir einen auf dem Markt einzigartigen Service an, der eine stabile und somit langfristige Lösung für derartige Fälle zur Verfügung stellt.

Basis der Softwarelösung ist die Messdatenerfassungs- und Rekonstruktionssoftware VOLEX, die seit vielen Jahren kontinuierlich weiterentwickelt wird und eine breite Basis an Hardwarekomponenten unterstützt. Ein Großteil der einzelnen Komponenten ist häufig noch gut erhalten und kann entsprechend eingesetzt werden. Neben der oft teuren Strahlenschutzkabine kann meist auch das Manipulationssystem mit nur geringfügigen Anpassungen weiterverwendet werden. Um Messungen, deren Qualität dem aktuellen Stand der Technik entsprechen, durchführen zu können, empfiehlt sich jedoch oft der Tausch des Detektors und ggf. der Röntgenquelle.



## XXL-CT DES RAKETENJÄGERS ME 163

Mit detaillierten Röntgenbilddaten der Geschichte auf der Spur

Wir haben im vergangenen Jahr den Raketenjäger Me 163 Messerschmitt aus der Sammlung des Deutschen Museums mittels XXL-Computertomographie untersucht. Dies war in vielerlei Hinsicht ein besonderes Projekt: Zum einen handelt es sich um ein äußerst seltenes und wertvolles Exemplar von unschätzbarem Wert. Zum anderen überstieg die Größe des Fliegers bislang untersuchte Objekte deutlich. Das Kuratorenteam für Historische Luftfahrt des Deutschen Museums verspricht sich durch den Scan neue Erkenntnisse zur Geschichte der Maschine.

Das »Kraftei« – wie der eigentümlich geformte Raketenjäger in Fliegerkreisen häufig genannt wurde – kam in einem speziell angefertigten Stahlgestell bei uns an. Vor der Untersuchung mussten zunächst die Flügel abmontiert werden. Vier Scandurchgänge waren nötig, um den Raketenjäger und zugehörige Flügel vollständig zu tomographieren – das mit Abstand aufwendigste Projekt seit Inbetriebnahme des Systems im Jahr 2013.

Mit den detaillierten Röntgenbilddaten ist das Kuratorenteam beispielsweise in der Lage, Originalteile von mit der Zeit ersetzten Teilen zu unterscheiden. Auch verborgene Bereiche, z. B. hinter verschweißten Blechen innerhalb des Flugzeugs, lassen sich so sehr genau analysieren. Die Kuratoren nutzen die gewonnenen CT-Daten jedoch nicht nur zu Forschungszwecken – Besucher können in der neuen Luftfahrtausstellung 2020 des Deutschen Museums das Flugzeug in einer Virtual- und Augmented-Reality-Anwendung entdecken.

 [youtu.be/jG6fHxHf1ms](https://youtu.be/jG6fHxHf1ms)



## MINIATURISIERTE OPTISCHE SPEKTROMETER

Kostengünstige Realisierung vieler spektraler Kanäle

Aufgrund hoher Preise kommen derzeit Sensoren, die mehr als sechs spektrale Kanäle aufweisen, kaum zum Einsatz. Sie finden in preissensitiven Anwendungsbereichen, wie beispielsweise in mobilen Consumer-Produkten, der Aufnahme von Feld- und Ackerpflanzen oder auch bei Kosmetik- und Nahrungsprodukten selten Verwendung. Die von unserer Gruppe »Optische Sensorsysteme« entwickelte nanoSPECTRAL-Technologie ermöglicht nun eine sehr kostengünstige Herstellung der benötigten optischen Filter.

Hierbei bleiben insbesondere, unabhängig von der Anzahl der zu realisierenden spektralen Kanäle, die Produktionskosten praktisch konstant. Erreicht wird dies durch die Strukturierung von Metallschichten des CMOS-Halbleiterprozesses. Für diese optischen Nanostrukturen werden also im Gegensatz zu konventionellen optischen Filtern wie z. B. Dünnschichtfiltern keine weiteren Schritte (z. B. Aufbringen der Filter) benötigt.

Aufgrund der CMOS-Integration von Filtern, Photodioden, analoger und digitaler Signalverarbeitung ermöglicht unsere nanoSPECTRAL-Technologie hochintegrierte, monolithische Sensoren. Da die Technologie in zwei kommerziellen CMOS-Foundries etabliert wird, sind zukünftig darauf basierende Produkte in industrieller Qualität verfügbar.

Das Chip-Size-Spektrometer weist bereits mehr als 30 Kanäle auf und ist damit z. B. für die Analyse von Nahrungsmitteln, Umweltanalytik und Smart Lighting geeignet. Je nach Anwendungsfall ist es möglich, die Anzahl der spektralen Kanäle zu erhöhen sowie die Wellenlänge der Kanäle anzupassen.

Ein weiterer Anwendungsfall für kostengünstige Multispektralsensoren wird im vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Forschungsprojekt INFIMEDAR untersucht. Ziel des Projekts ist es, den Pflanzenzustand auf dem Feld zu bestimmen und durch zielgerichteten Einsatz die Menge von Mitteln zur Unkrautvernichtung wie Herbiziden zu reduzieren. Wir sind hierbei mit Design und Simulation der spektralen Eigenschaften der Filter und dem Chipdesign des Sensor-IC sowie der optischen Charakterisierung der realisierten Multispektralsensoren am Projekt beteiligt.

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

**1** Die nanoSPECTRAL-Technologie ermöglicht viele hochintegrierte spektrale Kanäle zu sehr niedrigen Kosten.



## MEDICAL VALLEY CENTER IN BAMBERG ERÖFFNET

Einrichtungen erforschen digitale Lösungen für die Medizin von morgen

Am 31. Mai wurde das Medical Valley Center Bamberg mit einem Festakt eröffnet. Dabei erhielten vier Projekte aus den Händen von Bayerns Wirtschaftsminister Hubert Aiwanger Fördermittelbescheide. Darunter waren das Mobile Health Lab, eine neue Arbeitsgruppe des Fraunhofer IIS, und das Digitalmedizinische Anwendungszentrum dmac GmbH, ein Joint Venture des Medical Valley mit dem Fraunhofer IIS. Beide Einrichtungen erforschen digitale Lösungen für die Medizin von morgen und treiben die telemedizinische Versorgung voran, indem sie eine Brücke zwischen Patienten und Arzt schlagen.

Beim Mobile Health Lab in Bamberg soll das Zuhause mithilfe der Telemedizin in den Mittelpunkt der Gesundheitsversorgung rücken. Es arbeitet an der Entwicklung einer generischen Telemedizin-IT-Plattform, dem »Digitalen Patientenmanager«. Durch diesen sollen Dienstleister über alle Sektoren hinweg miteinander vernetzt und eine dezentrale Infrastruktur für die medizinische Kommunikation geschaffen werden. Individuelle Patientendaten können dabei automatisiert erhoben und zwischen Nutzerin/Nutzer und zuständigen Gesundheitsdienstleistern (Ärztin/Arzt, Krankenhaus, Therapeutin/Therapeut) ausgetauscht werden. Dabei bestimmt die Patientin bzw. der Patient selbst, wer Zugriff auf welche Daten erhält und umgekehrt können ihr bzw. ihm auf diesem Weg alle relevanten Informationen zur Verfügung gestellt werden.

Ebenfalls in Bamberg ansässig ist die Digital Health Application Center GmbH. Das auf fünf Jahre angelegte Projekt soll als Wegbereiter und -begleiter für neue medizintechnische Innovationen und Produkte fungieren und Firmen auf dem Weg in die digitale Medizin von morgen unterstützen. Es integriert Ideen in die medizinische Versorgung und Forschung und moderiert patientenzentrierte Entwicklungs- und Validierungsstudien. Technische Lösungen sollen somit für alle in einem sich neu entwickelnden Digital-Health-Ökosystem erlebbar werden.

 [www.iis.fraunhofer.de/mobile-health-lab](http://www.iis.fraunhofer.de/mobile-health-lab)  
[www.mv-dmac.de](http://www.mv-dmac.de)

**2** Aus den Händen von Bayerns Wirtschaftsminister Hubert Aiwanger nahm Christian Weigand (Mobile Health Lab) im Beisein von Prof. Dr.-Ing. Erich R. Reinhardt (Geschäftsführender Vorstand Medical Valley EMN e.V.), Melanie Huml (Bayerische Gesundheitsministerin), Prof. Dr. med. Jochen Klucken (Medical Valley Digital Health Application Center GmbH) und Prof. Dr. Albert Heuberger (Institutsleiter Fraunhofer IIS) den Förderbescheid entgegen.

# DAS FRAUNHOFER IIS – IHR PARTNER

Herausragende Ideen. Praxisnahe Forschung. Vertrauensvolle Zusammenarbeit.

Das Fraunhofer IIS ist Partner für Kunden aus der Wirtschaft und öffentlichen Einrichtungen. Wir entwickeln, realisieren und optimieren Verfahren, Produkte und Anlagen bis zur Einsatz- und Marktreife. Durch die flexible Vernetzung der Kompetenzen und Kapazitäten im Institut werden wir auch umfassenden Projektanforderungen und komplexen Systemlösungen gerecht.

## **Marktstudien – Wissen für Innovationen**

Wir beraten Sie im Vorfeld einer Forschungsk Kooperation durch maßgeschneiderte Studien, Marktbeobachtungen, Trendanalysen und Wirtschaftlichkeitsberechnungen.

## **Beratung und Projektbegleitung**

Sie können uns engagieren für die Beratung in technologischen Fragen, für die Verbesserung einzelner Arbeitsprozesse oder für eine komplette Produktentwicklung. Wir erstellen Handlungsempfehlungen für Ihre Investitionsentscheidungen. Des Weiteren unterstützen wir Sie bei der Implementierung neuer Technologien und helfen Ihnen, Ihre Anwendungen erfolgreich zu realisieren.

## **Forschung nach Bedarf**

Industrie- und Dienstleistungsunternehmen jeder Größe profitieren von der Auftragsforschung; gern geben wir unser Know-how weiter. Für unsere Kunden aus Unternehmen entwickeln und optimieren wir Technologien, Verfahren und Produkte bis hin zur Herstellung von Prototypen.

## **Lizenzierung von Technologien und Systemen**

Die Ergebnisse unserer Forschungsarbeiten fließen in international angemeldete Patente ein, die wir der Industrie in Form von Lizenzen zur Verfügung stellen.

---



## **KONTAKT**

### **Jan Plogsties**

Referent des geschäftsführenden Institutsleiters

Telefon +49 9131 776-1021

jan.plogsties@iis.fraunhofer.de

# WEITERBILDUNGEN AM FRAUNHOFER IIS

Wir arbeiten am Fraunhofer IIS an den neuesten Technologien in verschiedenen Anwendungsbereichen. Wir unterstützen Sie gerne bei Ihrer individuellen Weiterbildung und auch der Ihrer Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Dafür bieten wir Seminare in unterschiedlichen Bereichen an.

Als Vernetzungsplattform zwischen Industrie und Forschung leistet beispielweise das **»Machine Learning Forum«** Unterstützung für kleine und mittelständische Unternehmen, die durch Digitalisierung verfügbaren Daten mittels maschinellen Lernens zu nutzen und Entscheidungsprozesse zu erleichtern.

Daneben offeriert unser Entwicklungszentrum Röntgentechnik EZRT am Standort Fürth Aus- und Weiterbildungskurse im Bereich der zerstörungsfreien Prüfung mit Röntgentechnik. Dies beinhaltet Kurse für **»Digitale Radioskopie«** und Seminare im Bereich der **»industriellen Computertomographie«**.

Das Seminar **»Predictive Maintenance & datenbasierte Qualitätsüberwachung«**, das der Dresdner Institutsteil Entwicklung Adaptiver Systeme EAS zusammen mit dem VDI anbietet, thematisiert Instandhaltungsstrategien und zeigt den Teilnehmerinnen und Teilnehmern Wettbewerbsvorteile durch intelligente Zustandsüberwachung auf. Die Kursbesucherinnen und Kursbesucher erhalten dabei eine konkrete Checkliste zur Einführung von Predictive Maintenance in ihren Unternehmen.

Die Schulungsreihe AI-Services besteht aus modular aufgebauten Workshops, die sich individuell an Kenntnisstand und Branche der Teilnehmer anpassen lassen. Unser zweitägiger Hands-on-Workshop **»Deep Learning and Computer Vision«** bietet Theorie und Praxis in einem. In intensiv betreuten Übungen wird der praktische Umgang mit Deep-Learning-Workflows anhand konkreter Beispiele eingeübt. Wer nur einen kurzen Abstecher in die Welt der KI machen will, für den ist das Grundlagenseminar **»AI-Essentials«** das Richtige. Neben einer Einführung in die KI informiert es in komprimierter Form über Machine Learning und Deep-Learning-Methoden.

Die Fraunhofer-Arbeitsgruppe für Supply Chain Services SCS hat ein dezidiertes Weiterbildungsprogramm rund um die

Herausforderungen der digitalen Transformation aufgesetzt. So richtet die Arbeitsgruppe seit 2018 gemeinsam mit der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg und dem Indian Institute of Management Bangalore u. a. das dreiwöchige Management-Programm **»Leading Digital Transformation«** aus.

Das Programm läuft mit drei Präsenzphasen in Bangalore und Nürnberg über einen Zeitraum von sechs Monaten. Die Schulung ist auf die Bedürfnisse von Führungskräften und Entscheidungsträgern zugeschnitten und gibt ihnen methodisch fundiert und begleitet von Fallstudien, Industriebesuchen und Interviews mit erfolgreichen Innovationstreibern Werkzeuge an die Hand, mit denen sie die digitale Transformation ihres Unternehmens strategisch und organisatorisch vorantreiben können.

Mit eher regionalem, aber nicht minder digitalem Fokus ist dagegen das Schulungskonzept des Mittelstand 4.0-Kompetenz-zentrums Augsburg angelegt: Hier bietet die Arbeitsgruppe SCS mittelständischen Unternehmen in und um Bayern Weiterbildungen zur Geschäftsmodellentwicklung an.

Im Rahmen des Lernlabors Cybersicherheit, welches von der Fraunhofer Academy koordiniert wird, werden Kurse zu Themen aus dem Bereich IT-Sicherheit durchgeführt. Aktuell werden Präsenzschulungen zu **»IT-Sicherheit in drahtlosen Kommunikationssystemen«** sowie **»5G, aber sicher?«** für Teilnehmende ohne spezielle Vorkenntnisse angeboten. Die Kurse können auch firmenspezifisch für Inhouse-Schulungen angepasst werden. Weitere Kurse sind in Vorbereitung.



[www.iis.fraunhofer.de/weiterbildungen](http://www.iis.fraunhofer.de/weiterbildungen)  
[www.cybersicherheit.fraunhofer.de/drahtlose-kommunikationssysteme](http://www.cybersicherheit.fraunhofer.de/drahtlose-kommunikationssysteme)  
[www.cybersicherheit.fraunhofer.de/5g](http://www.cybersicherheit.fraunhofer.de/5g)

# FORSCHUNGSFABRIK MIKROELEKTRONIK DEUTSCHLAND

## One-Stop-Shop: Von den Grundlagen bis zur Pilotfertigung

Das Fraunhofer IIS ist seit April 2017 Teil der bundesweit koordinierten Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD). Dieses Forschungsnetzwerk ist mit 13 Mitgliedern und mit über 2000 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern der größte FuE-Zusammenschluss für die Mikro- und Nanoelektronik in Europa.

Seit dem 1. Januar 2020 ist unser Institutsleiter Prof. Dr. Albert Heuberger der neue Sprecher des Direktoriums des Fraunhofer-Verbunds Mikroelektronik und Vorsitzender des FMD-Lenkungskreises. In seiner neuen Funktion als Sprecher ist er außerdem Mitglied im Präsidium der Fraunhofer-Gesellschaft. Das Amt des stellvertretenden Sprechers übernimmt Prof. Dr. Christoph Kutter (Fraunhofer-Einrichtung für Mikrosysteme und Festkörper-Technologien EMFT).

## Investitionen in die FMD zahlen sich aus

In den vergangenen zweieinhalb Jahren konnten in Kombination mit der FMD erfolgreiche Projektbeteiligungen etabliert und Aufträge abgeschlossen werden. Für das Jahr 2019 lassen sich Projekte mit einem Volumen von 66,8 Millionen Euro auf Basis der FMD-Investitionen identifizieren. Der Anteil der reinen Industrieprojekte liegt 2019 bei über 17 Millionen Euro, was die Bedeutung dieser einzigartigen Kooperation der deutschen Mikroelektronikforschung für die Industrie unterstreicht.

## Breites Angebotsspektrum durch FMD-Zusammenschluss

Im Jahr 2020 geht die Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD) in die letzte Aufbau-phase über. Dass das neuartige Konzept für die standortübergreifende Zusammenarbeit bereits Erfolg hat, zeigt beispielsweise ein Ende 2019 gestartetes und von der FMD-Geschäftsstelle begleitetes Großprojekt »miniLiDAR« in Höhe von 5,65 Millionen Euro. Zusammen mit einem Industriepartner, welcher durch die FMD-Geschäftsstelle aktiv angesprochen wurde, sollen hier Komponenten eines miniaturisierten LiDAR für die Robotik entwickelt werden. Beteiligt sind vier FMD-Institute – das Ferdinand-Braun-Institut FBH in Berlin, das Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme IMS in Duisburg, das Fraunhofer-Institut für Photonische Mikrosysteme IPMS in Dresden und das Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM in Berlin.

### **Mit FMD-Space werden Gründerideen Wirklichkeit**

Das in der ersten Aufbauphase der Forschungsfabrik entwickelte Unterstützungskonzept für Start-ups – der FMD-Space – wurde im Jahr 2019 weiter umgesetzt und in mehreren Pilotprojekten erfolgreich erprobt. Damit ist es gelungen, technologisch orientierten Start-ups die Technologien und Anlagen der Institute in sehr effizienter Weise zugänglich zu machen. Die Start-ups entwickeln gemeinsam mit den Forschenden an den Instituten Demonstratoren ihrer Produktideen.

Das Angebot des FMD-Space nutzen beispielsweise die Gründerinnen des Unternehmens »Ghost – feel it«, die »OQmented GmbH« und die »nxtbase technologies GmbH«. Ende 2019 sicherten sich weitere zwei Projektideen einen Platz im FMD-Space: »Quantune Technologies« und »Twenty-One Semiconductors«.

### **Modernisierung der Anlagentechnik auf Hochtouren**

Die Idee, Forschung und Entwicklung über mehrere Standorte hinweg erfolgreich zu betreiben, unterstützt das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) mit rund 350 Millionen Euro bis Ende 2020. Diese Investitionen in die FMD sind die Grundlage für die Zukunftsfähigkeit der angewandten Mikroelektronikforschung in Deutschland. Hierbei handelt es sich vor allem um die Modernisierung der Forschungsausstattung der 13 beteiligten Institute der Fraunhofer-Gesellschaft und der Leibniz-Gemeinschaft. Bis Ende 2019 wurden bereits 157 Anlagen geliefert und sind zum großen Teil betriebsbereit – ein großer Erfolg, der die technologischen Möglichkeiten der Institute stark erweitert.

# IN KÜRZE

## **Die ausgewählten Nachrichten im Überblick:**

- KI-Experte Prof. Dr. Alexander Martin
- Besondere Ehre für Prof. Dr. Albert Heuberger
- 15 Jahre Fraunhofer-Allianz Digital Media
- »Die Lange Nacht« am Fraunhofer IIS
- Konferenz ICL-GNSS zu Gast
- Lernen und Forschen in den Sommerferien
- Machine Learning Forum 2019
- Schweizer Team siegt beim NXP Cup



## KI-EXPERTE PROF. DR. ALEXANDER MARTIN

Der Lehrstuhlinhaber für Wirtschaftsmathematik wird weiterer Institutsleiter am Fraunhofer IIS

Mit Prof. Dr. Alexander Martin rückte am 1. November 2019 ein profilierter Experte für Künstliche Intelligenz (KI), insbesondere im Bereich der mathematischen Optimierung, in unsere Institutsleitung auf. Als größtes Institut der Fraunhofer-Gesellschaft verstärken wir seit mehreren Jahren unsere Aktivitäten auf diesem Gebiet. Am Fraunhofer IIS baute Martin das ADA Lovelace Center auf. »ADA« steht für »Analytics, Data, Applications«, für die Erhebung und Analyse von insbesondere großen Datenmengen, um daraus bestehende Prozesse und Geschäftsmodelle zu verbessern oder neue zu entwickeln. Das Center arbeitet hier mit Verfahren der KI, des maschinellen Lernens und der mathematischen Optimierung.

Martin wurde 1965 in Memmingen geboren, er hat an der Universität Augsburg studiert, wurde an der TU Berlin promoviert und hat sich dort auch habilitiert. Er war stellvertretender Abteilungsleiter am Zuse-Institut in Berlin, ehe er 2000 an die TU Darmstadt berufen wurde. 2008 bis 2010 war er dort auch Vizepräsident. Im Jahr 2010 folgte er dem Ruf auf den Lehrstuhl für Wirtschaftsmathematik an die Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg. Im Jahr 2015 hat er zudem die Leitung unserer Abteilung »Analytics« im Forschungsbereich Supply Chain Services (SCS) übernommen.

Neben der fachlichen Leitung des ADA Lovelace Centers wird der neue Institutsleiter insbesondere für den Standort Nürnberg zuständig sein. Dort sind die beiden Bereiche Lokalisierung und Vernetzung sowie SCS angesiedelt.

Martins Forschungsgebiete umfassen das Studium und die Lösung allgemeiner gemischt-ganzzahliger linearer und nichtlinearer Optimierungsprobleme inkl. der Entwicklung geeigneter Modelle, deren mathematische Analyse sowie dem Entwurf und der Implementierung effizienter Algorithmen zu deren Lösung. Die Anwendungsschwerpunkte beinhalten u. a. Transport-, Verkehrs- und Energieoptimierungsprobleme. Es ist ihm ein besonderes Anliegen, seine Erkenntnisse bis in die industrielle Anwendung umzusetzen.



## BESONDERE EHRE FÜR PROF. DR. ALBERT HEUBERGER

Institutsleiter erhielt als Anerkennung seiner Verdienste die Fraunhofer-Medaille

Anlässlich des 60. Geburtstags des geschäftsführenden Institutsleiters Prof. Dr. Albert Heuberger veranstalteten wir ein Symposium mit hochrangigen Gästen und Fachvorträgen. Als Anerkennung seiner Verdienste um die Fraunhofer-Gesellschaft erhielt Heuberger aus den Händen des Präsidenten Prof. Dr. Reimund Neugebauer die Fraunhofer-Medaille. Mit ihr werden Personen geehrt, die sich um die Fraunhofer-Gesellschaft besonders verdient gemacht haben.

Bei seiner Laudatio betonte der Präsident, dass Heuberger innerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft, regional, national und international bestens vernetzt sei.

Seit 1987 am Fraunhofer IIS, stieg er 1999 zum stellvertretenden Institutsleiter auf, ehe er 2011 Institutsleiter wurde. In dieser Zeit hat sich das Institut sehr dynamisch entwickelt – von etwas über 700 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern auf heute über 1100; lag das Budget damals noch unter 100 Millionen Euro, so ist es heute bei über 160 Millionen. Unter seiner Leitung stellte sich das Institut neu auf: Es wurden sieben thematisch zusammengehörende Bereiche gebildet, neue strategische Themen identifiziert und mit den beiden Leitthemen »Audio und Medientechnologien« und »kognitive Sensorik« klare Schwerpunkte gesetzt.

## 15 JAHRE FRAUNHOFER-ALLIANZ DIGITAL MEDIA

Mitglieder der Allianz gehören zu Trendsettern und Vordenkern neuer Medientechnologien

Die Fraunhofer-Allianz Digital Media steht mit den Instituten Fraunhofer IIS, Fraunhofer HHI, Fraunhofer IDMT und Fraunhofer FOKUS für nunmehr 15 Jahre gebündelte Kompetenzen und eine Reihe an Innovationen und disruptiven Technologien, die die Medienlandschaft geprägt haben. Mit Codecs wie mp3, AAC, HEVC sowie Projekten wie den

Spezifikationen für Digitales Kino im Auftrag der Hollywood-Studios bis hin zu aktuellen Themen wie IP-basierten Workflows, MPEG-H Audio, volumetrisches Video u. v. m. gehören die Mitglieder der Allianz Digital Media zu den Trendsettern und Vordenkern neuer Medientechnologien.



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



## »DIE LANGE NACHT« AM FRAUNHOFER IIS

An mehreren Standorten konnten Gäste Einblicke in unsere Forschung gewinnen

Bereits zum 9. Mal hatte »Die Lange Nacht der Wissenschaften« Wissbegierige und Nachwuchsforschende am 19. Oktober 2019 eingeladen, den Forschungs- und Wissensstandort Nordbayern kennenzulernen. Hunderte Hochschulinstitute, forschende Unternehmen, städtische Einrichtungen und private Vereine ermöglichten während dieser Veranstaltung Einblicke in den Forschungs- und Arbeitsalltag, die sonst verwehrt bleiben.

Auch wir beteiligten uns mit unseren Standorten Erlangen-Tennenlohe, Fürth-Atzenhof und Nürnberg-Nordostpark. An unserem Hauptstandort zog sich besonders das Thema Künstliche Intelligenz (KI) durch zahlreiche Exponate. In Kurzvorträgen gaben Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler Einblicke in den Stand der Forschung und zeigten Anwendungen, welche die Fähigkeiten von KI nutzen. Daneben konnten unsere Gäste z. B. den Audiomix am Fernseher selber gestalten, hören, wie Telefonieren in HiFi-Qualität klingt, und 3D-Klang im Auto erleben. Im Campus der Sinne erprobten sie einen Fahrsimulator der nächsten Generation und konnten ihren

Geruchs- und Geschmackssinn testen. Eine Schnitzeljagd führte sie zu 27 Stationen im Institut, das Team Personalmarketing informierte über Jobs und Karrierechancen am Fraunhofer IIS.

In Fürth beeindruckte das weltweit einzigartige XXL-Computertomographie-System auf rund 400 Quadratmeter Fläche. Es ermöglicht den Röntgenblick durch ganze Autos hindurch und offenbart jedes Detail. Andere Exponate zeigten, wie das Pflanzenwachstum zerstörungsfrei beobachtet werden kann und wie Roboter in der Produktion die Produktqualität prüfen.

An unserem Standort in Nürnberg beantworteten die Mitarbeitenden des ADA Lovelace Centers, welchen Nutzen KI für Industrie und Dienstleistung hat. Sie zeigten, wie Lokalisierungstechniken für Ordnung und Effizienz in der Logistik sorgen. Spielerisch konnten die Gäste maschinelles Lernen erkunden und sehen, wie eine Maschine auf sie reagiert.

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

## KONFERENZ ICL-GNSS ZU GAST

Führende Forschungseinrichtungen und Firmen kamen nach Nürnberg

Die internationale Konferenz für Satellitennavigation ICL-GNSS (International Conference on Localization and GNSS) fokussiert Themen zur Lokalisierung und zum Einsatz von Funktechnologien für 5G, IoT und vernetzte Mobilität. Die führenden Forschungseinrichtungen und Firmen trafen sich 2019 am Fraunhofer IIS in Nürnberg zum internationalen, wissenschaftlichen Know-how-Austausch.

Das Fraunhofer IIS bündelt hier seine Kompetenzen der Lokalisierung und ist europaweit einer der wesentlichen Entwicklungsstandorte für Galileo-Empfängertechnologien.

 [www.icl-gnss.org](http://www.icl-gnss.org)  
[www.iis.fraunhofer.de/position](http://www.iis.fraunhofer.de/position)



## LERNEN UND FORSCHEN IN DEN SOMMERFERIEN

30 Jugendliche nahmen an der JuniorAkademie Bayern 2019 teil

Mitten in den Sommerferien, von Ende August bis Anfang September, fand an unserem Forschungscampus in Waischenfeld in der Fränkischen Schweiz die JuniorAkademie Bayern statt. Besonders begabte, wissbegierige und vielfältig interessierte Schülerinnen und Schüler, welche die Jahrgangsstufe 8 oder 9 an Gymnasien oder Realschulen in Bayern besuchten, konnten bei der zehntägigen Veranstaltung verschiedene Kurse mit unterschiedlichen Themenschwerpunkten belegen. Doch auch außerhalb der Kurse konnten die insgesamt 30 Jugendlichen aus einem fächerübergreifenden Angebot, wie Sport, Kreativ-Workshops und Exkursionen, wählen.

Der Forschungscampus in Waischenfeld als kreative Arbeitsumgebung, in der es möglich ist, unkompliziert und unkonventionell gerade im Rahmen von Projekten wissenschaftlich zu arbeiten, zu forschen, zu testen, zu kooperieren und zu tagen, bietet die idealen Rahmenbedingungen für die JuniorAkademie Bayern. Mitten in der Fränkischen Schweiz gelegen, verbindet er alle Vorzüge der an unserem Institut gewohnten Ausstattung mit den Vorteilen der Abgeschiedenheit von der Hektik des Tagesgeschäfts.

## MACHINE LEARNING FORUM 2019

Wir vernetzen Industrie und Wissenschaft für KI

Wir arbeiten zusammen mit verschiedenen Lehrstühlen der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg und stärken so den Ausbau der wissenschaftlichen Aktivitäten für Machine Learning und Künstliche Intelligenz (KI) über die Metropolregion hinaus. Mit dem jährlich im September stattfindenden Machine Learning Forum bieten wir eine Vernetzungsplattform zwischen Forschung und Industrie an,

die nicht nur auf den Stand der Forschung, sondern vor allem auch auf die Herausforderungen und Möglichkeiten von KI in der Industrie eingeht und wie sie in Anwendungen eingesetzt werden kann.

 [www.iis.fraunhofer.de/machinelearning](http://www.iis.fraunhofer.de/machinelearning)  
 [youtu.be/DrZ3YdkqvBo](https://youtu.be/DrZ3YdkqvBo)



## SCHWEIZER TEAM SIEGT BEIM NXP CUP

Selbstfahrende Fahrzeuge verwandelten unser Institut in eine Wettkampfstätte

Wie schon in den Jahren zuvor waren wir auch 2019 wieder Gastgeber des EMEA-Finales des NXP Cup. Beim internationalen Wettbewerb, der vom Halbleiterhersteller NXP veranstaltet wird, erhalten Studierende die neueste Technologie für selbstfahrende Fahrzeuge und montieren, programmieren und proben vier Monate lang, bevor sie ihre Autos auf der ihnen unbekanntem Strecke in unserem Institut starten lassen. 19 Teams aus elf verschiedenen Ländern schafften es in die Endrunde und verwandelten das Institut zwei Tage lang in eine Wettkampfstätte.

Für die meisten Studierenden war die Teilnahme eine Freizeitbeschäftigung außerhalb ihres Studiums. »Das Schöne am NXP Cup ist, sich mit anderen Menschen in Europa zu vernetzen, sich mit anderen zu messen – es ist sehr schön, dass so viele Menschen hier sind. Das ist sehr wichtig für uns, weil wir das ganze Jahr über an diesem Projekt gearbeitet haben«, freuten sich die Gewinner, das Team ARCAR1 von der Haute Ecole ARC Ingénierie aus Le Locle in der Schweiz.

Bei dem Rennen für autonom fahrende, intelligente Autos landeten das Team ARCAR2 (ebenfalls Schweiz) sowie das Team KAW4Wheels aus Krakau in Polen auf den Plätzen zwei und drei. Zusätzliche Auszeichnungen erhielten die beiden tschechischen Teams VAXNA aus Rožnov pod Radhoštěm und SlowFox MUNI Corp aus Brno. Ihre Autos wurden als die »innovativsten« prämiert.

Drei kurze Rennstrecken stellten die Teams vor neue Herausforderungen: Hindernisvermeidung (einem mitten auf der Fahrbahn liegenden Quader ausweichen), Zonen-Geschwindigkeitsbeschränkung (an bestimmten Punkten abbremsen) und die Achterrunde (in 90 Sekunden möglichst viele Runden auf einer liegenden Acht zurücklegen). »In diesem Jahr ging es nicht nur um Schnelligkeit, sondern auch um präzises Fahrverhalten«, sagte Flavio Stiffan von Stiffan Consulting, der den Halbleiterhersteller NXP bei der Austragung des EMEA-Wettbewerbs im Projektmanagementteam unterstützte. »Die größte Herausforderung waren die Lichtverhältnisse. Die Studenten haben ihre Kamerasysteme mit viel Einsatz kalibriert.«

 [youtu.be/RCXCy0vvfAs](https://youtu.be/RCXCy0vvfAs)



# FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT IN DEUTSCHLAND

Forschen für die Praxis ist die zentrale Aufgabe der Fraunhofer-Gesellschaft. Die 1949 gegründete Forschungsorganisation betreibt anwendungsorientierte Forschung zum Nutzen der Wirtschaft und zum Vorteil der Gesellschaft. Vertragspartner und Auftraggeber sind Industrie- und Dienstleistungsunternehmen sowie die öffentliche Hand.

Die Fraunhofer-Gesellschaft betreibt in Deutschland derzeit 74 Institute und Forschungseinrichtungen. Rund 28 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von mehr als 2,8 Milliarden Euro. Davon fallen mehr als 2,3 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Rund 70 Prozent dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Rund 30 Prozent werden von Bund und Ländern als Grundfinanzierung beigesteuert, damit die Institute Problemlösungen entwickeln können, die erst in fünf oder zehn Jahren für Wirtschaft und Gesellschaft aktuell werden.

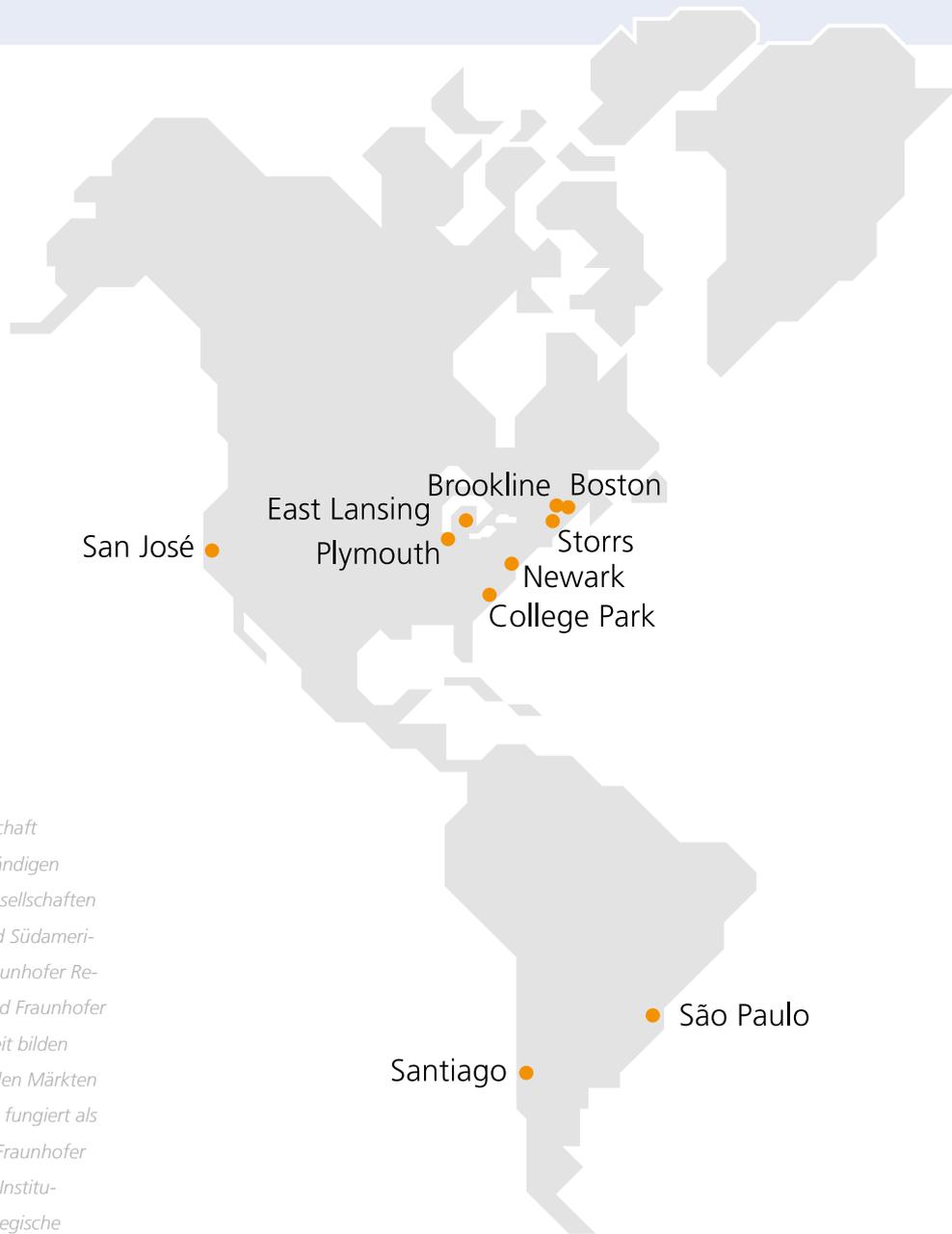
Internationale Kooperationen mit exzellenten Forschungspartnern und innovativen Unternehmen weltweit sorgen für einen direkten Zugang zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

Mit ihrer klaren Ausrichtung auf die angewandte Forschung und ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien spielt die Fraunhofer-Gesellschaft eine zentrale Rolle im Innovationsprozess Deutschlands und Europas. Die Wirkung der angewandten Forschung geht über den direkten Nutzen für die Kunden hinaus: Mit ihrer Forschungs- und Entwicklungsarbeit tragen die Fraunhofer-Institute zur Wettbewerbsfähigkeit der Region, Deutschlands und Europas bei. Sie fördern Innovationen, stärken die technologische Leistungsfähigkeit, verbessern die Akzeptanz moderner Technik und sorgen für Aus- und Weiterbildung des dringend benötigten wissenschaftlich-technischen Nachwuchses.

Ihren Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern bietet die Fraunhofer-Gesellschaft die Möglichkeit zur fachlichen und persönlichen Entwicklung für anspruchsvolle Positionen in ihren Instituten, an Hochschulen, in Wirtschaft und Gesellschaft. Studierenden eröffnen sich aufgrund der praxisnahen Ausbildung und Erfahrung an Fraunhofer-Instituten hervorragende Einstiegs- und Entwicklungschancen in Unternehmen. Namensgeber der als gemeinnützig anerkannten Fraunhofer-Gesellschaft ist der Münchner Gelehrte Joseph von Fraunhofer (1787–1826). Er war als Forscher, Erfinder und Unternehmer gleichermaßen erfolgreich.

Stand: Januar 2020

# FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT WELTWEIT



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



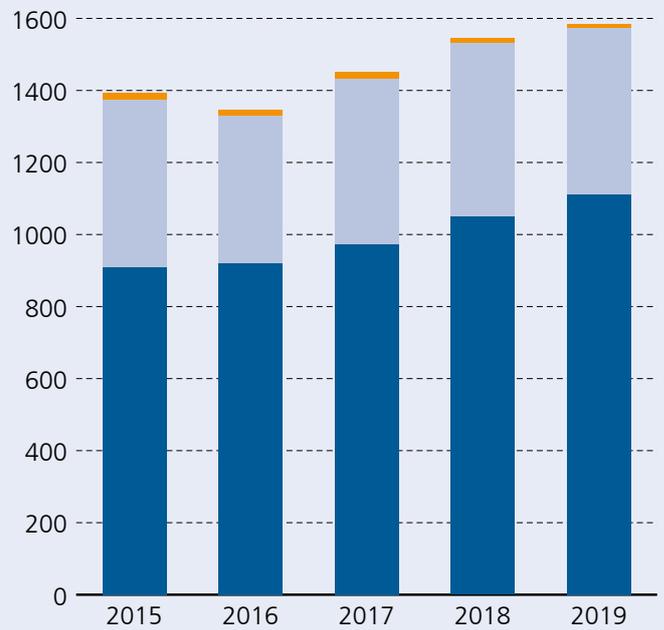
# FRAUNHOFER IIS IN ZAHLEN

## Zahl der Mitarbeitenden wächst

Unsere Mitarbeitenden sind die Basis für den Erfolg des Instituts. Wie in den Jahren zuvor konnten wir auch 2019 einen Zuwachs bei unseren Beschäftigten verzeichnen. Im Vergleich zu 2018 stieg die Anzahl der Mitarbeitenden von 1048 auf 1112. Die Daten beziehen sich auf Mitarbeitende, die dem Stellenplan angerechnet werden.

- Angestellte Mitarbeitende
- Studentische Hilfskräfte
- Auszubildende

 **1112**  
Angestellte Mitarbeitende



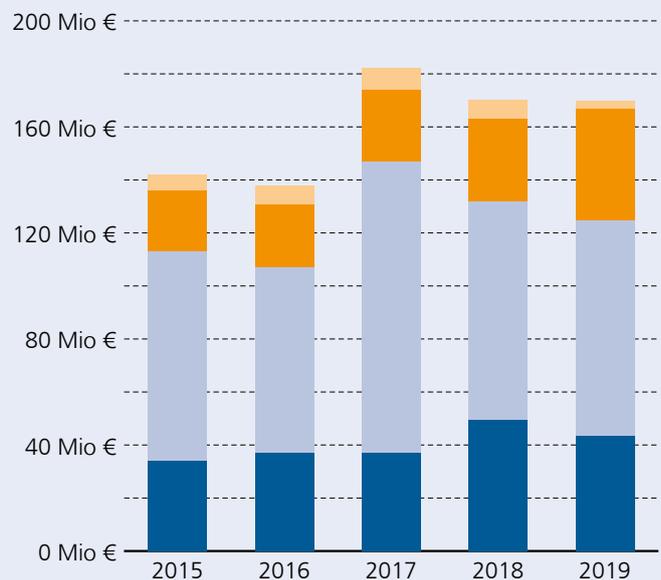
## 48 Prozent Industrieertrag

Das Fraunhofer IIS hat im Jahr 2019, wie bereits in den Jahren zuvor, einen ausgeglichenen Haushalt und einen positiven Übertrag. 48 Prozent der Mittel des Instituts kamen aus Industrie und Wirtschaft. Die Grundfinanzierung, getragen durch Bund und Länder, betrug 26 Prozent. 25 Prozent des Budgets stammen aus öffentlichen Erträgen.



# 169,9 MIO €

Finanzierung



## Auch 2019 sehr viele Erfindungsmeldungen

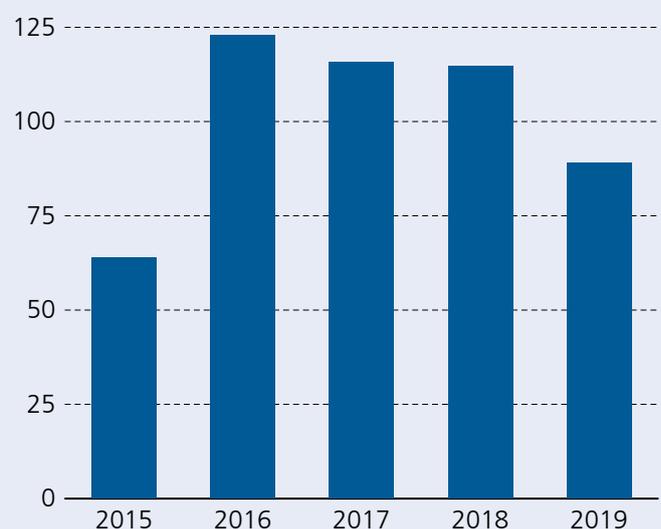
Die Anzahl unserer Erfindungsmeldungen befindet sich weiterhin auf einem hohen Niveau. 2019 meldeten die Mitarbeitenden des Fraunhofer IIS insgesamt 89 Erfindungen.

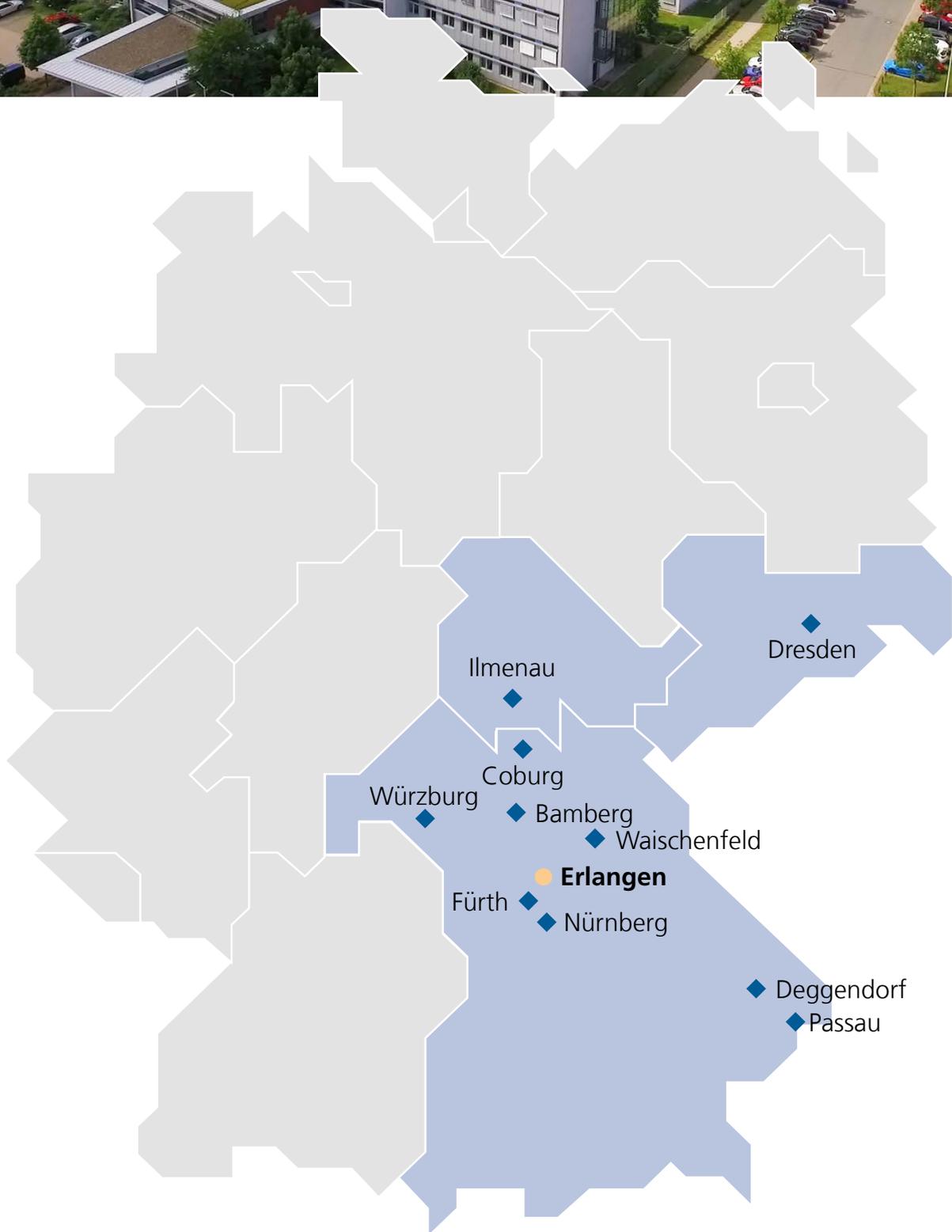
Mit Themen wie 5G und Funkkommunikation sowie Sprach- und Audiocodierung stammen die meisten Meldungen wie in den Jahren zuvor aus den Forschungsbereichen Kommunikationssysteme sowie Audio und Medientechnologie.



# 89

Erfindungsmeldungen





Hauptsitz   
Standorte 

# FRAUNHOFER IIS IM PROFIL

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:

In »**Audio und Medientechnologien**« prägt das Institut seit mehr als 30 Jahren die Digitalisierung der Medien. Mit mp3 und AAC wurden wegweisende Standards entwickelt und auch an der Digitalisierung des Kinos war das Fraunhofer IIS maßgeblich beteiligt. Die aktuellen Entwicklungen eröffnen neue Klangwelten und werden eingesetzt in Virtual Reality, Automotive Sound Systems, Mobiltelefonie sowie für Rundfunk und Streaming. So enthält jedes heute verkaufte Mobiltelefon Audiotechnologien des Instituts und der Ton von über der Hälfte aller TV-Ausstrahlungen weltweit und nahezu aller Radio- und Streamingdienste basiert auf Fraunhofer-Codecs. Auch die professionellen Werkzeuge für digitale Film- und Medienproduktionen finden globale Anwendung.

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

Mehr als 1100 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter arbeiten in der Vertragsforschung für die Industrie, für Dienstleistungsunternehmen und öffentliche Einrichtungen. Das 1985 gegründete Institut hat 14 Standorte in 11 Städten: in Erlangen (Hauptsitz), Nürnberg, Fürth und Dresden sowie in Bamberg, Weismannsdorf, Coburg, Würzburg, Ilmenau, Deggendorf und Passau. Das Budget von 169,9 Millionen Euro pro Jahr wird bis auf eine Grundfinanzierung in Höhe von 26 Prozent aus der Auftragsforschung finanziert.

Stand: Januar 2020

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

*Die Organisationseinheiten der einzelnen Standorte finden Sie im Organigramm auf den nachfolgenden Seiten.*

# ORGANIGRAMM

<b>Institutsleitung</b> Prof. Dr. Albert Heuberger (geschäftsführend) Dr. Bernhard Grill Prof. Dr. Alexander Martin		<b>Stell. Institutsleiter</b> Prof. Dr. Randolph Hanke Dr. Peter Dittrich	
<b>Audio und Medientechnologien</b> Dr. Bernhard Grill ER		<b>Fraunhofer-Entwicklungszentrum Röntgentechnik EZRT</b> Prof. Dr. Randolph Hanke FÜ	
<b>Smart Sensing and Electronics</b> Josef Sauerer ER			
<b>Audio</b> Johannes Hilpert	<b>Business</b> Marc Gayer	<b>Anwendungsspezifische Methoden und Systeme</b> Dr. Norman Uhlmann	<b>Bildsensorik</b> Stephan Gick
<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>Bildverarbeitung und Medizintechnik</b> Dr. Christian Münzenmayer
<b>Audio für Kommunikationsanwendungen</b> Manfred Lutzky	<b>Patente und Lizenzen</b> Stefan Geyersberger	<b>Produktionsmonitoring</b> Dr. Steven Oeckl	<b>Integrated Circuits and Systems</b> Dr. Norbert Weber
<b>AudioLabs-IIS</b> Dr. Frederik Nagel	<b>Semantische Audio-signalverarbeitung</b> Oliver Hellmuth	<b>Magnetresonanz- und Röntgen-Bildgebung</b> Dr. Karl-Heinz Hiller WÜ	<b>Integrierte Sensorsysteme</b> Harald Neubauer
<b>Bewegtbildtechnologien</b> Dr. Siegfried Föbel	<b>Stab Audio und Medientechnologien</b> Matthias Rose	<b>CT in der Messtechnik</b> Prof. Dr. Jochen Hiller DEG	

**Forschungsmanagement**

Dr. Peter Dittrich

**IT-Services** | Florian Freund**Stab** | Matthias Rose**Leitender Direktor****Verwaltung, Finanzen  
und Personal**

Dr. Peter Dittrich

**Kommunikationssysteme**

Michael Schlicht

ER

**Lokalisierung und  
Vernetzung**

Dr. Günter Rohmer

N

**Fraunhofer-Arbeitsgruppe  
für Supply Chain Services SCS**

Prof. Dr. Alexander Pflaum

Dr. Roland Fischer

N

**Institutsteil Entwicklung  
Adaptiver Systeme EAS**

Dr. Peter Schneider

DD

**Breitband und Rundfunk**

Bernhard Niemann

**Energieautarke  
Funksysteme**

Josef Bernhard

**Data Spaces and  
IoT Solutions**

Prof. Dr. Andreas Harth

**Entwurfsmethoden**

Roland Jancke

**Funkkommunikations-  
systeme**

Dr. Gerd Kilian

**Kommunikationsnetze**

Jürgen Hupp

**Analytics**

Christian Menden

**Effiziente Elektronik**

Andreas Brüning

**HF- und SatKom-Systeme**

Rainer Wansch

**Präzise Lokalisierung und  
Analytics** | Thomas von der  
Grün, Dr. Christopher Mutschler**Innovation and  
Transformation**

Dr. Frank Danzinger

**Verteilte Analyse- und  
Regelsysteme**

Dr. Dirk Mayer

**Elektronische Messtechnik  
und Signalverarbeitung**Prof. Dr. Giovanni Del Galdo **IL****Satellitenbasierte  
Lokalisierungssysteme**

Dr. Wolfgang Felber

**ER | Hauptsitz Erlangen**

Am Wolfsmantel 33

91058 Erlangen

Telefon +49 9131 776-0

**Verteilte Systeme  
und Sicherheit**

Karlheinz Ronge

**DEG | Fraunhofer Anwendungs-  
zentrum CT in der Messtechnik**

Dieter-Görlitz-Platz 2

94469 Deggendorf

Telefon +49 991 3615678

**WÜ | Abteilung Magnetreso-  
nanz- und Röntgen-Bildgebung**

Am Hubland

97074 Würzburg

Telefon +49 931 31830-60

**N | Standort Nürnberg**

Nordostpark 84 (SCS: 93)

90411 Nürnberg

Telefon +49 911 58061-7500

**FÜ | Standort Fürth**

Flugplatzstraße 75

90768 Fürth

Telefon +49 911 58061-7500

**DD | Institutsteil Entwicklung  
Adaptiver Systeme EAS**

Zeunerstraße 38

01069 Dresden

Telefon +49 351 4640-701

**IL | Elektronische Messtechnik  
und Signalverarbeitung**

Helmholtzplatz 2

98693 Ilmenau

Telefon +49 3677 69-4280

## MITGLIEDER DES KURATORIUMS

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

**MinRin Dr. Annerose Beck**, Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst

**MinRin Dr. Heike Prasse**, Bundesministerium für Bildung und Forschung; Referat 514

**Dr. Bernd Ebersold**, Thüringer Ministerium für Wirtschaft, Wissenschaft und Digitale Gesellschaft

**Prof. Dr. Godehard Ruppert**, Otto-Friedrich-Universität Bamberg

**Dr. Astrid Elbe**, Intel Labs Europe – Zentrale Unternehmensforschung

**Dr. Dietmar Schill**, Sony Europe Limited, Zweigniederlassung Deutschland

**Jörg Fürbacher**, EUROLOG AG

**MinR Dr. Alexander Tettenborn**, Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi)

**Klaus Helmrich**, Siemens AG

**Dr. Isabel Thielen**, THIELEN Business Coaching GmbH

**Prof. Dr. Joachim Hornegger**, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg

**MinR Norbert Michael Weber**, Bundesministerium der Verteidigung (BMVg)

**Anton Kathrein**, Kathrein-Werke KG

**Jürgen Weyer**, NXP Semiconductors

**Prof. Franz Kraus**, ARRI AG

**MinDirig Dr. Manfred Wolter**, Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie

**Dr. Walther Pelzer**, Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR)

Stand: Januar 2020

# AUSZEICHNUNGEN UND PREISE

## **Fraunhofer-Medaille**

Verleihung anlässlich des 60. Geburtstags von Prof. Dr. Albert Heuberger in Anerkennung seiner Verdienste um die Weiterentwicklung unseres Instituts.

## **Joseph-von-Fraunhofer-Preis 2019**

Der Joseph-von-Fraunhofer-Preis ging 2019 an das Team rund um Thomas von der Grün, Norbert Franke und Thomas Pellkofer in Nürnberg. Mit ihren Technologien für »Sports Tracking – Die digitale Revolution im Mannschaftssport« konnten sie die Jury aus Unternehmen und Wissenschaft überzeugen, wie präzise, robust und anwendungsnah Trackingtechnologien in Sportarten wie Eishockey, Fußball u. v. m. einen Mehrwert für Zuschauerinnen und Zuschauer, Spielerinnen und Spieler sowie Fans bieten können.

## **Fraunhofer SPEAKER-Projekt: Auszeichnung beim KI-Innovationswettbewerb des BMWi**

Projekt zusammen mit dem Fraunhofer IAIS zum Aufbau einer führenden Sprachassistentenplattform »made in Germany«. Beim Innovationswettbewerb »Künstliche Intelligenz als Treiber für volkswirtschaftlich relevante Ökosysteme« des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie (BMWi) ausgezeichnet.

## **Ernennung zum ISMIR-Präsidenten**

Prof. Dr. Meinard Müller wurde für 2 Jahre zum Präsidenten der International Society of Music Information Retrieval (ISMIR) ernannt.

## **IEEE Fellow**

Prof. Dr. Meinard Müller wird ab 2020 IEEE Fellow.

## **Lehrpreis 2019 der TU Ilmenau**

Prof. Dr. Giovanni Del Galdo hat den Lehrpreis 2019 der TU Ilmenau erhalten.

## **Promotionspreis der Staedtler Stiftung**

Dr. Christian Dittmar, Gruppenleiter am Fraunhofer IIS, wurde von der Staedtler Stiftung für seine herausragende Promotionsleistung ausgezeichnet.

## **Beste Promotion im Bereich digitaler Signalverarbeitung**

Dr. Oliver Thiergart, Senior Scientist am Fraunhofer IIS, erhielt den Preis für die beste Promotion im Bereich digitaler Signalverarbeitung von der European Association for Signal Processing (EURASIP).

## **AES Board of Governors Award**

Dr. Christian Uhle, Chief Scientist am Fraunhofer IIS, erhielt den AES Board of Governors Award als Anerkennung seiner Leistung als Co-Chair der International AES Conference on Semantic Audio 2017.

## **»Best Paper« Award**

Matteo Torcoli, Dr. Jouni Paulus und Christian Simon erhielten, zusammen mit Alex Freke-Morin und Prof. Ben Shirley von der Universität Salford, auf der AES-Konferenz in Dublin den Preis für das beste Paper.

## **Dissertationspreis 2019 der Universitätsgesellschaft Ilmenau e.V.**

Dr. Anastasia Lavrenko erhielt den Dissertationspreis 2019 der Universitätsgesellschaft Ilmenau e.V.

## **Fraunhofer-IIS-Preis 2019 für Forschung mit herausragendem Anwendungsbezug**

Wolfgang Holub erhielt den Fraunhofer-IIS-Preis 2019 für robotergestützte Röntgen-Computertomographie.

## **Fraunhofer-IIS-Preis 2019 für eine herausragende wissenschaftliche Leistung**

Dr. Christian Dittmar erhielt den Fraunhofer-IIS-Preis 2019 für die Quellentrennung und Restauration von Schlagzeugklängen in Musikaufnahmen.

## IMPRESSUM

### Herausgeber

Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS  
Prof. Dr.-Ing. Albert Heuberger  
Dr.-Ing. 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

Thoralf Dietz, Simon Hagen (Leitung), Andrea Auner, Dr. Birgit Brüggemeier, Dr. Christian Dittmar, Mandy Garcia, Hanna Herger, Dr. Nadja Hoßbach, Syndia Ioannidou, Thomas Kestler, Sandra Kundel, Bernd Linz, Karin Loidl, Manfred Lutzky, Stefan Meltzer, Sebastian Meyer, Max Neuendorf, Moritz Protzner, Angela Raguse-Föbel, Romana Redtenbacher, Daniela Rembor, Diana Staack, Dr. Bettina Williger, 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, Seite 14/20/53: Fraunhofer IIS, Paul Pulkert  
Vorwort, Seite 45/52/55: Fraunhofer IIS, Peter Roggenthin

Seite 6: Fraunhofer IIS, Manuela Wamser  
Seite 10: Max Threlfall  
Seite 11: Adobe Stock, VAKSMANV (l.)  
und (r.) Fraunhofer IIS, Kurt Fuchs  
Seite 12: Adobe Stock, Val Thoermer  
Seite 17: Fotolia.com, dragonstock  
Seite 18: Fraunhofer IIS, Christina Müller  
Seite 19: Kinexon GmbH, Julian Graf  
Seite 22: Fraunhofer IIS, Angela Raguse-Föbel  
Seite 26: Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen  
und Umformtechnik IWU  
Seite 27: Adobe Stock, assetseller  
Seite 29: Fraunhofer IIS, Hanna Herger  
Seite 30: Adobe Stock, Delphotostock  
Seite 36: SMWA, Kirsten Johannes Lassig  
Seite 42: Fraunhofer IIS, Visualisierung: Fraunhofer MEVIS,  
Bremen, Anwendung von Physically Based Volume  
Rendering auf hochaufgelöste CT-Aufnahmen  
Seite 43: Fraunhofer IIS, Deutsches Museum  
Seite 44: Fraunhofer IIS, Wladimir Tschekalinskij  
Alle übrigen Abbildungen: © Fraunhofer IIS

Alle Rechte vorbehalten.

Vervielfältigung und Verbreitung nur mit Genehmigung  
der Redaktion.

### Berichtszeitraum

1. Januar 2019 bis 31. Dezember 2019

© Fraunhofer IIS

Erlangen, Februar 2020

 facebook.com/FraunhoferIIS

 @FraunhoferIIS

 linkedin.com/company/fraunhofer-iis

 xing.com/companies/fraunhoferiis

 youtube.com/user/FraunhoferIIS





