



# - aktuell

AUSGABE 31 | April 2022

Offizieller Newsletter der Embedded Systems Initiative Erlangen-Nürnberg

## FAU Research Center Embedded Systems Initiative

Liebe Leserinnen und Leser,

wie bereits im letzten Newsletter angekündigt, wird in dieser Ausgabe das neu eingerichtete FAU Research Center Embedded Systems Initiative (FAU ESI) vorgestellt (siehe Seite 2). FAU ESI geht aus dem erfolgreichen Interdisziplinären Zentrum für Eingebettete Systeme (ESI) hervor und wird sich vor allem der Grundlagenforschung in den Arbeitsgebieten „Embedded AI“, „Post Silicon Technologies“ und „Open Source Hardware“ widmen. Sprecher ist Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich.

Neben neuen Strukturen freuen wir uns, auch einige neue Projekte vorstellen zu können. So untersucht ein neuer Forschungsverbund unter Mitwirkung von Prof. Dr.-Ing. Felix Freiling Cybersicherheit in der Alltagsdigitalisierung zuhause (siehe Seite 4). Am Lehrstuhl von Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke sind zwei spannende Forschungsvorhaben gestartet: OptiCrimp (automatische optische Inspektion von Crimpverbindungen mittels Deep-Learning-Auswertung (siehe Seite 5) und AI-4CO2Opt (Machine-Learning-Verfahren zur Reduktion von CO2-Emissionen (siehe Seite 10). Das Projekt 5G-Autosat\_KI (siehe Seite 10), an dem u.a. das Fraunhofer IIS und Prof. Dr.-Ing. Reinhard German mitwirken, erforscht 5G, Satellitenkommunikation und KI für automobile Anwendungen.

Neben der Forschung nimmt nun auch wieder die „reale“ Öffentlichkeitsarbeit Fahrt auf: FAU ESI präsentiert sich auf der Hannover-Messe 2022 auf dem Gemeinschaftsstand BayernInnovativ (siehe Seite 6).

Viel Spaß bei der Lektüre!

Ihr Torsten Klie

**Fraunhofer**  
IIS

Friedrich-Alexander-Universität  
Erlangen-Nürnberg

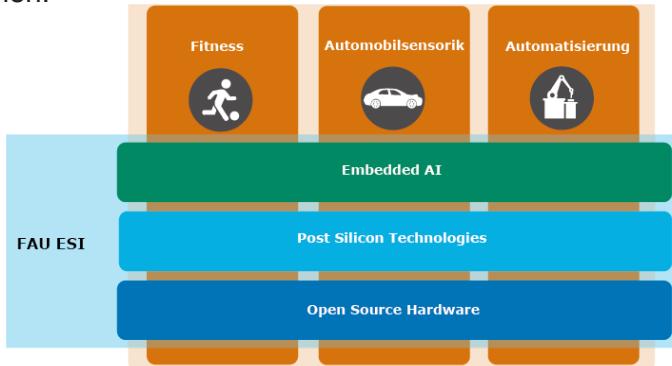
## FAU Research Center Embedded Systems Initiative

### Neues Forschungszentrum bringt die Arbeiten des IZ ESI auf eine neue Ebene

Mit der Satzung, die sich die FAU zum 01.01.2021 gegeben hatte, wurde eine neue Struktur für die zentralen wissenschaftlichen Einrichtungen der Universität erstellt. Im Bereich der Forschung gibt es an der FAU zukünftig sogenannte FAU Profilzentren und FAU Forschungszentren, im Bereich Forschung, Infrastruktur und Dienstleistung gibt es FAU Kompetenzzentren.

Eine Einrichtung als ein FAU Forschungszentrum sahen wir als sinnvolle Weiterentwicklungsmöglichkeit für unser interdisziplinäres Zentrum an. Daher durchliefen wir 2021 einen Bewerbungs- und Auswahlprozess, der zum 01.01.2022 mit der Einrichtung von FAU ESI seinen erfolgreichen Abschluss fand.

Damit ist eine Struktur aufgebaut, die es mit Leben zu füllen gilt. Das FAU ESI nimmt dabei die Rolle als Vorreiter und Inkubator für Grundlagenforschung auf dem Gebiet des Entwurfs, der Entwurfsautomation und von Anwendungen zukünftiger elektronischer eingebetteter Hardware/Software-Systeme ein. Unsere Forschungsaktivitäten werden sich dabei auf die drei Bereiche „Embedded AI“, „Post Silicon Technologies“ und „Open Source Hardware“ verteilen.



Die drei Forschungsschwerpunkte von FAU ESI als Querschnittsthemen für die Grundlagenforschung. Diese können dann z.B. über das ESI-Anwendungszentrum in die Anwendungsdomänen gebracht werden.

#### Embedded AI

Der Forschungsschwerpunkt „Embedded AI“ befasst sich sowohl mit dem Einsatz der künstlichen Intelligenz beim Entwurf von (eingebetteten) Elektroniksystemen als auch dem Entwurf intelligenter Elektroniksysteme, insb. autonomer Systeme. Leichtgewichtige Implementierungen solcher eingebetteten autonomen Systeme stellen Forscher und Entwickler jedoch vor bislang unzureichend gelöste große Herausforderungen hinsichtlich auftretender Datenvolumen, Speicher- und Verarbeitungsleistungen, aber auch an die Korrektheit, die Ungefährlichkeit (Safety) als auch die Sicherheit (Security) solcher intelligenten Systeme.

Aufgrund hoher Kosten, Größe und des relativ hohen Energieverbrauchs lassen sich bekannte Techniken zur Implementierung von Algorithmen des maschinellen Lernens daher nicht in Gegenständen des Alltags (Internet der Dinge, IoT), z.B. einem intelligenten Wälzlager, einem adaptiven Ventil oder einem sich einem Träger selbst anpassendes Hörgerät, einsetzen. Hier gilt es, neue Wege zu gehen, damit maschinelles Lernen auch auf kleinen, eingebetteten Systemen möglich wird. Im Bereich der Analyse und Verifikation besteht ferner erheblicher interdisziplinärer Forschungsbedarf zur Untersuchung der Rolle und zur Integration von Verfahren des maschinellen Lernens in etablierte Verfahren der Signalverarbeitung, der Regelungstechnik und des Systementwurfs. Ein anderer Forschungszweig zielt auf die Zusicherung beweisbarer Gütekriterien für Eigenschaften wie Robustheit, Fehlertoleranz, Sicherheit und Echtzeit lernender und damit nicht statisch verifizierbarer Systeme. Für zahlreiche Anwendungsfelder ist außerdem die Gewährleistung der Privatheit von Daten als auch Modellen eine große Herausforderung. In der Entwurfsautomation stellen sich darüber hinaus fundamentale Fragen der hinsichtlich der Unterstützung und Integration von Verfahren des

# FAU Research Center Embedded Systems Initiative

## (Fortsetzung)



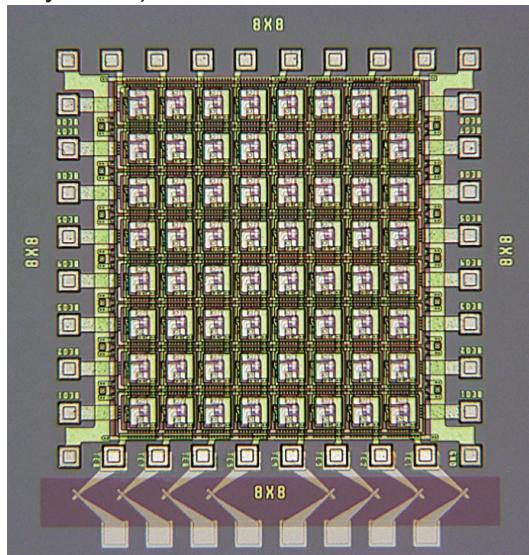
Bild: weedezign / stock.adobe.com

maschinellen Lernens (ML) als auch symbolischen KI-Verfahren, insb. für IoT-Geräte.

### Post Silicon Technologies

Notwendige Steigerungen an Rechenleistung bei um Größenordnungen höherer Energieeffizienz betreffen nicht nur Anwendungen im Bereich des maschinellen Lernens. Der Bedarf an innovativen elektronischen Systemen gilt generell für alle Anwendungsbereiche Eingebetteter Systeme. Im Forschungsschwerpunkt „Post Silicon Technologies“ sollen daher neue und zu Silizium alternative und kompatible Technologien erforscht werden. Dazu gehören z.B. nichtflüchtige Speichertechnologien (engl. Non-volatile Memory (NVM)) basierend auf Memristoren, z.B. MRAM, FeFets oder ReRAMs sowie damit durchführbare innovative Datenverarbeitungstechniken, die es vermeiden, Daten überhaupt aus Speichern zu transportieren, sondern stattdessen innerhalb oder zumindest nahe des Speichers selbst zu filtern und zu verarbeiten (sog. Edge- und Near-Memory Computing). Einige ESI-Mitglieder führen aktuell sehr erfolgreich Vorarbeiten durch, z.B. als Projektleiter in den laufenden DFG-Schwerpunktprogrammen SPP2037 (Scalable Data Management for Future Hardware) und SPP

2262 (Memristive Bauelemente für intelligente technische Systeme).



Ein optischer Mikrograph eines integrierten memristiven neuronalen Netzes. Bild: Macmillan Publishers Ltd. / The memristor revisited. *Nat Electron* 1, 261 (2018).

Die Verfügbarkeit von NVM-Technologien bedarf nun nicht nur der Entwicklung komplett neuer Verfahren zur Simulation, Synthese und Optimierung solcher Systeme mit persistentem Speicher, sondern gleichermaßen eine revolutionäre Neubetrachtung auf der Ebene von Betriebssystemen, Datenstrukturen, also auch Anwendungen (insb. Datenbanksystemen). Auch die geschickte Kombination der Nutzung hybrider, d.h. nichtflüchtiger und flüchtiger Speicher mit unterschiedlichen Charakteristiken an Energie, Zugriffszeit und Langlebigkeit öffnet eine Fülle bislang nicht untersuchter Optimierungsfragen und –techniken.

### Open Source Hardware

Für den dritten Forschungsschwerpunkt werden Kompetenzen im Bereich neuer Prozessorarchitekturen und offener Austauschformate aufgebaut. Kürz-

## FAU Research Center Embedded Systems Initiative (Fortsetzung)

lich wurde in der Presse verkündet, dass Intel in der Nähe von Magdeburg eine spezielle Infrastruktur zur Fertigung von Halbleitern im Bereich von 5nm Strukturgröße aufzubauen wird. Weiterhin besteht großes Knowhow im Bereich des Entwurfs von Multi- und Many-Core-Systemen, u.a. aus Projekten wie dem laufenden DFG SFB/TRR 89 („Invasives Rechnen“), der untersucht, wie man 1000 und mehr Prozessoren auf einem Chip integrieren, verwalten und programmieren kann auf allen Ebenen der Hard- und Software.



Bild: Yuri Zap / stock.adobe.com

Es existiert die große Sorge vieler Industrieunternehmen, dass die Abhängigkeit von Hardware-Komponenten in ihren Produkten von vornehmlich amerikanischen und asiatischen Firmen zu starken Abhängigkeiten führt. Daher besteht eine immer größere Nachfrage an eigenen nationalen und europäischen Prozessor- und Systementwicklungen, die nicht proprietär sind bzw. nicht komplexen Schutzrechten unterliegen. Ein Beispiel ist hier die RISC-V-Prozessorinitiative. Damit Deutschland als auch ganz Europa in Zukunft Hardware-Komponenten, insb. vollständige Prozessorsysteme, selbst entwickeln oder aber bestehende Hardware in ihre Produkte einfacher einsetzen und vermarkten kann, ist es wichtig, auch vielversprechende Alternativen in Richtung Open Source Hardware zu untersuchen. Während heute im Software-Bereich Open Source selbst im Bereich eingebetteter Systeme eher die Norm denn Ausnahme ist, sieht dies im Bereich von Hardware-Komponenten genau umgekehrt aus.

Wichtige Forschungsfragen betreffen hier Formate zum wiederverwendbaren Austausch von sog. IP- (intellectual property) Blöcken, Fragen der Portierbarkeit solcher Module zwischen Werkzeugen, Fragen der Lizensierung als auch die Erforschung neuer Geschäftsmodelle und Vermarktung trotz oder gerade wegen Open Source Hardware. Umgekehrt stellen sich Fragen der unbedenklichen Nutzung frei verfügbarer Hardware, insb. hinsichtlich der Sicherheit. Dies betrifft z.B. Fragen der Absicherung gegen Angriffe, wenn die Hardware nicht mehr per se Vertrauensanker ist, sondern wie heruntergeladene Hardware-Module auf Vertrauenswürdigkeit, Freiheit von Seitenkanal-Angriffen oder Trojanern überprüft werden können. Dies gilt auch für die Überprüfung entsprechende Synthesewerkzeuge auf Vertrauenswürdigkeit. Des Weiteren gilt es zu untersuchen, wie Bibliotheken von Open Source Hardware aufgebaut werden können, und wie geeignete Bausteine in diesen gesucht und gefunden werden können. Auch stellt sich die Frage, wie OSH-Module automatisch in Synthese-Flüsse und Entwurfswerkzeuge integriert werden können.

Für diese drei Grundlagenforschungsfelder wollen wir neue kooperative interdisziplinäre Forschungsprojekte anbahnen und durchführen. Unser Ziel dabei ist es, eine Leuchtturmstellung auf dem Gebiet eingebetteter elektronischer Systeme zu etablieren.

### Ansprechpartner

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich  
(Sprecher der kollegialen Leitung)  
Dr.-Ing. Torsten Klie  
(Geschäftsführer)  
Email: [torsten.klie@fau.de](mailto:torsten.klie@fau.de)  
Telefon: 09131-85-25151

[www.esi.fau.de](http://www.esi.fau.de)

## Cybersicherheit für zuhause

Neuer Forschungsverbund untersucht Sicherheit in der Alltagsdigitalisierung

Brauche ich dieses Update wirklich? Wie viel gibt mein Smart-Home-Gerät über mich preis? Bringen meine Sicherheitsvorkehrungen überhaupt was? Cybersicherheit betrifft jeden, auch private Haushalte, kleine und mittlere Unternehmen und öffentliche Verwaltung. Um die digitale Infrastruktur in Zukunft noch sicherer zu gestalten, wurde der neue bayerische Forschungsverbund „ForDaySec – Sicherheit in der Alltagsdigitalisierung“ ins Leben gerufen. Daran beteiligt sind auch Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der FAU. Der Verbund wird für die nächsten vier Jahre mit insgesamt 3,3 Millionen Euro gefördert. Im Verbund arbeiten Forscherinnen und Forscher aus der Informatik, Soziologie und Rechtswissenschaft aus ganz Bayern zusammen, um bisherige Aktivitäten zur Cybersicherheit zu vernetzen, neue Technologien zu entwickeln und herauszufinden, wie diese gestaltet sein müssen, damit Nutzer sie gerne und unkompliziert verwenden können.

Die Forschungsteams an der FAU beschäftigen sich mit den technischen und soziologischen Aspekten der Alltagsdigitalisierung. Das Team um ESI-Mitglied Prof. Dr. Felix Freiling und Dr. habil. Zinaida Benenson, Lehrstuhl für Informatik 1 (IT-Sicherheitsinfrastrukturen), analysiert zum Beispiel Datenflüsse zwischen Smart-Home-Geräten, wie Staubsaugerrobotern, smarten Türschlösser oder Lampen, untereinander, mit dem WLAN-Netz oder der Begleit-App. So können sie herausfinden, wohin Informationen



Bildquelle: Media Raw Stock

gesendet werden, welche Daten vielleicht ungewollt nach außen dringen und somit Rückschlüsse auf das Datenschutzniveau ziehen.

Anhand von Nutzerstudien erforscht das Team außerdem zum Beispiel, wie gut Anwenderinnen und Anwender über den Datenschutz bei ihren Geräten Bescheid wissen und ob sie Sicherheitsvorkehrungen nutzen. Mit diesen Ergebnissen können dann neue Schutzmaßnahmen nach den Bedürfnissen der Zielgruppe entwickelt werden. Neue Technologien tragen jedoch nur zu mehr Sicherheit im digitalen Alltag bei, wenn sie auch aktiv eingesetzt werden. Das Team um Prof. Dr. Sabine Pfeiffer, Lehrstuhl für Soziologie

### Weitere Informationen

Prof. Dr. Felix Freiling und Dr. habil. Zinaida Benenson  
Lehrstuhl für Informatik 1 (IT-Sicherheitsinfrastrukturen)  
<https://www.cs1.tf.fau.de>

Prof. Dr. Sabine Pfeiffer  
Lehrstuhl für Soziologie mit dem Schwerpunkt Technik – Arbeit – Gesellschaft  
<https://www.soziologie.phil.fau.de/institut/soziologie-am-nct/>

## Cybersicherheit für zuhause (Fortsetzung)

mit dem Schwerpunkt Technik-Arbeit-Gesellschaft, untersucht deshalb mit Blick auf das Nutzungsverhalten und das Vorwissen der Nutzerinnen und Nutzer, wie IT-Sicherheitstechnologien anwenderfreundlich gestaltet werden müssen.

Neben der Universität Passau als Sprecherhochschule sind die Universität Bamberg, die Technische Universität München (TUM) sowie die Universität der Bundeswehr München als assoziiertes Verbundmitglied am Verbund beteiligt. Der Verbund steht dabei unter anderem im engen Austausch mit Unternehmen oder Industrie- und Handelskammern, um Forschungsergebnisse auch gezielt in die Praxis zu übertragen.

„Der Cybersicherheit kommt für unsere freiheitliche Gesellschaft eine Schlüsselrolle zu. Das haben nicht erst die jüngsten dramatischen Ereignisse gezeigt. Die Digitalisierung durchdringt alle Lebensbereiche. Zugleich wächst die Bedrohung krimineller Angriffe auf die digitale Infrastruktur dramatisch. Deshalb fördern wir mit rund 3,3 Millionen Euro den bayerischen Forschungsverbund ‚ForDaySec – Sicherheit in der Alltagsdigitalisierung‘. Das ist eine zukunftsweisende Investition in die Funktionsfähigkeit und die Wettbewerbsfähigkeit des Hightech-Lands Bayern“, gab Wissenschaftsminister Markus Blume in München bekannt.

## Neues Forschungsprojekt am FAPS

Automatische optische Inspektion von Crimpverbindungen mittels Deep-Learning-Auswertung zur holistischen und intelligenten Qualitätsüberwachung

Aktuelle Trends und Herausforderungen in der Kabel- und Kontaktverarbeitung erfordern die Entwicklung einer intelligenten und holistischen Qualitätskontrolle von Crimpverbindungen. Ziel des AiF-ZIM geförderten Projekts OptiCrimp ist die Entwicklung eines automatischen optischen Inspektionssystems (AOI) für die automatisierte On-the-fly-Qualitätsüberwachung von Crimpverbindungen. Das Entwicklungsziel ist ein AOI für die flexible Integration in bestehende Crimpmaschinen und vollautomatisierte Crimpanlagen ohne Taktzeiteinbußen. Die Neuheit der Projektidee ist definiert durch den Einsatz von Deep Learning als Kerntechnologie für die automatisierte Verarbeitung und Auswertung der Bilddaten.

Im Rahmen des Projektes ist die Firma Schäfer Werkzeug- und Sondermaschinenbau GmbH hauptverantwortlich für die Entwicklung der Hardware und des Traceability-Systems sowie die Peripheriegestaltung. Der Lehrstuhl FAPS fokussiert sich auf die Deep Le-



arning-basierte optische Qualitätsüberwachung. Die Ziele sind die Beherrschung der variantenreichen Fertigung und eine Methodik, um auch bei unbekannten Varianten zuverlässige Aussagen zu treffen.

### Kontakt

Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke  
Huong Nguyen, M. Sc.

### FAPS

Fürther Str. 246b  
Nürnberg

<https://www.faps.fau.de>

## FAU ESI als Aussteller auf der Hannover-Messe 2022

### Handzeichenerkennung via Deep Learning auf eng-gekoppelten Prozessorfeldern (TCPAs)

Nachdem die Hannover-Messe pandemiebedingt 2020 ausfiel und 2021 als virtuelle Veranstaltung durchgeführt wurde - auch wir beteiligten uns am virtuellen Gemeinschaftsstand Bayern Innovativ - freuen wir uns nun sehr darauf, wieder einmal „Messeluft“ zu schnuppern und uns im direkten Gespräch mit Interessierten über unsere jetzige und mögliche zukünftige Forschung auszutauschen. Wir werden dazu vom 30.05. bis 02.06.2022 auf dem Gemeinschaftsstand von BayernInnovativ, der in Halle 2 (Stand A42) anzutreffen sein wird, Gelegenheit bekommen. Erstmalig sind wir als FAU Research Center Embedded



Systems Initiative dabei und zeigen einen Demonstrator vom Lehrstuhl Informatik 12 (Hardware-Software-Co-Design) von ESI-Sprecher Prof. Dr.-Ing. Jürgen Teich, der eine Handzeichenerkennung via Deep Learning auf eng-gekoppelten Prozessorfeldern (TCPAs) zeigt.

Convolutional Neural Networks (CNNs) zur Implementierung von Deep-Learning-Strategien sind bei High-End-Beschleunigern (z.B. GPUs oder FPGAs) das Mittel der Wahl. Bei Eingebetteten Systemen fehlt jedoch meist die benötigte Rechenleistung dafür. Eng-gekoppelte Prozessorfelder (Tightly Coupled Processor Arrays, TCPAs) sind ideal zur energieeffizienten Beschleunigung von Programmen mit geschachtelten Schleifen. Der Demonstrator zeigt eine Handzeichenerkennung, die auf einem TCPA beschleunigt wird.

**bayern** innovativ

Der Demonstrator nimmt die Bewegung der Hand einer Person mit einer Webcam auf und versucht, die gezeigte Geste auf einer Robotor-Hand in Echtzeit nachzubilden. Dazu wird das Video auf ein FPGA geschickt, auf dem das TCPA prototypisch implementiert wurde, das ein trainiertes CNN ausführt. Hier zeigt sich eine immense Beschleunigung im Vergleich zu einer CPU-basierten Ausführung des CNNs trotz viel geringerer Taktrate. Aktuell laufen Arbeiten zur Umsetzung auf einem Chip in 22nm-Technologie.

Neben dem speziellen Demonstrator werden am Stand auch gerne andere Themen aus unserem neuen Forschungsgebieten Embedded AI, Post Silicon Technologies und Open Source Hardware vorgestellt. Wir freuen uns auf Sie am Stand in Halle 2! Gerne stellen wir Ihnen zum Zugang auch ein kostenfreies Messe-Ticket zur Verfügung. Sprechen Sie uns an!

#### Ansprechpartner

Dr.-Ing. Torsten Klie  
Geschäftsführer FAU ESI  
Email: [torsten.klie@fau.de](mailto:torsten.klie@fau.de)  
Telefon: 09131-85-25151

Christian Heidorn, M. Sc.  
Lehrstuhl für Informatik 12  
(Hardware-Software-Co-Design)

[www.esi.fau.de](http://www.esi.fau.de)  
[www.cs12.tf.fau.de](http://www.cs12.tf.fau.de)

## mioty® – Das Multitalent für industrielle IoT-Anwendungen mit 3,5 Millionen Nachrichten pro Tag

Robuste Übertragung von Sensordaten basierend auf ETSI Standard

Robuste Übertragung von Sensordaten für Condition Monitoring und Smart Metering – dadurch zeichnet sich die drahtlose und standardisierte Übertragungs-technologie mioty für Anwendungen im industriellen Internet der Dinge (IIoT) des Fraunhofer-Instituts für Integrierte Schaltungen IIS aus. Aber sie kann noch mehr: Viele hunderttausend Sensoren können über nur eine Basisstation angebunden werden. Gerade im Smart City- und Smart Building-Bereich mit vielen Endgeräten ein enormer Vorteil, wenn 3,5 Millionen Nachrichten je Basisstation pro Tag ausgelesen und übertragen werden können.

Zähler- und Wasserstände, Dichtigkeit von Rohrleitungen oder Vorspannungen von Verschraubungen werden im Zeitalter des digitalen Internets der Dinge (IoT) über vernetzte Sensoren und drahtlose Kommunikationswege ermittelt und übertragen. Geht man pro Haushalt von durchschnittlich vier Geräten wie einem digitalen Wasserzähler oder einer Heizungsregelung aus, bedeutet dies zum Beispiel für eine bayerische Großstadt wie Nürnberg mit einer Fläche von ca. 187 km<sup>2</sup>, dass geschätzt bis zu eine Million IoT-Geräte betrieben werden. Damit sind in der Reichweite einer Basisstation im Umkreis von 2,5 km bis zu 110.000 Geräte zu empfangen.



mioty ist eine der ersten Funkkommunikationslösungen für IIoT-Anwendungen basierend auf dem ETSI Standard TS 103357.

(Bild: Fraunhofer IIS / Kurt Fuchs)



Ein mioty-Evaluation Kit zum Einstieg und Test für Condition Monitoring-Anwendungen.  
(Bild: Fraunhofer IIS / Kurt Fuchs)

### Nur eine Basisstation für Smart Metering mit 3,5 Millionen Datentelegrammen

Doch nicht alle Geräte übertragen zur selben Zeit ihre Daten und nutzen somit permanent die zur Verfügung stehenden Funkkanäle. Durch die Aufteilung eines Datentelegramms in mehrere kleine Datenpakete und der zusätzlichen Verteilung in Zeit und Frequenz kann eine mioty-Basisstation bis zu 150 Telegramme gleichzeitig empfangen und erreicht eine Übertragungskapazität von zirka 3,5 Millionen Telegrammen pro Tag.

Diese hohe Zahl an Übertragungen wird durch systematisch verbesserte Empfängeralgorithmen in der mioty-Basisstation möglich, die soweit optimiert wurden, dass sie auf kostengünstigen Plattformen auf Basis der weitverbreiteten und energiesparsamen ARM-Prozessoren laufen.

»Nach unseren Erfahrungen mit bereits im Feld aktiven Anwendungen, die unsere mioty-Technologie nutzen, haben wir nun neue Tests und Berechnungen durchgeführt, um die Technologie noch weiter zu verbessern. Das heißt mit optimierten Verfahren können noch mehr Nachrichten übertragen werden«,

## mioty® – Das Multitalent für industrielle IoT-Anwendungen mit 3,5 Millionen Nachrichten pro Tag (Fortsetzung)



erläutert Josef Bernhard, technischer Projektleiter am Fraunhofer IIS bei der Entwicklung der Technologie seine Arbeit. »Die hohe Anzahl an Datentelegrammen pro Tag, die wir aufgrund von Messungen nun in der Praxis erreichen, bietet eine optimale Ausgangsbasis für den Einsatz in Smart City- und Smart Building-Anwendungen, bei der sehr viele Sensoren parallel senden. Dies spornt uns an, auch zusammen mit unseren Partnern aus der Wirtschaft und aus der mioty-Allianz, in diesen Bereichen, aber auch in der Landwirtschaft und in der Industrie, den Roll-out von mioty weiter zu forcieren.«

### Überzeugende mioty-Vorteile: zuverlässig, energieeffizient und nachrüstbar

mioty ist ein drahtloses Kommunikationsverfahren, das auf einem Standard des European Telecommunication Standard Institute ETSI, einem Gremium aus unabhängigen Forschungs- und Entwicklungsunternehmen sowie der Industrie, basiert. Durch ein von Fraunhofer-Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern entwickeltes Telegram-Splitting-Verfahren gelingt

es, selbst bei Ausfall oder Störung von bis zur Hälfte des Funkdatensignals trotzdem die komplette, zuverlässige Datenübermittlung zu gewährleisten. Dies erfolgt über die Zerlegung der Gesamtdaten in kleine Datenpakete und deren redundante Übertragung über mehrere Frequenzen im Band. Zusätzlich nutzt das Verfahren damit weniger Energie als herkömmliche Verfahren. Mit dem Evaluation Kit kann jedes interessierte Unternehmen die Vorteile der Technologie praxisnah kennenlernen.

Das große Thema Retrofit, also die Nachrüstbarkeit dieser Technologie und auch der parallele Einsatz zu anderen Funktechnologien machen mioty für viele bestehende Applikationen interessant und investieren zugleich in die Zukunft von IoT-Anwendungen.

mioty® ist eine Marke der Fraunhofer-Gesellschaft e.V.

#### Kontakt René Dünkler

Fraunhofer IIS  
Nordostpark 84  
90411 Nürnberg

<https://www.iis.fraunhofer.de/mioty>  
<https://www.mioty-alliance.com>

## Wie Sport zukünftig smarter wird

Erfolgreicher Projektabschluss am Lehrstuhl für Technische Elektronik (LTE)

Im September 2019 startete das Forschungsprojekt 5G Connected Sport unter der Förderung des Bayerischen Staatsministeriums für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, das nun erfolgreich abgeschlossen wurde. Der Lehrstuhl für Technische Elektronik (LTE) repräsentierte während der Projektlaufzeit die FAU im Konsortium neben den Partnern Adidas, Megatec und Universitätsklinikum Regensburg (UKR).

Das 5G Connected Sport Projekt hat die Vision, eine smarte Sportkleidung zu entwickeln, die sich ohne Smartphone selbstständig mit Hilfe von LPWAN (NB-IoT & LTE-M) mit der Cloud verbindet. Ziel ist es, Notfall-, Sportleistungs-, Tracking- und Verletzungspräventionslösungen ohne Zuhilfenahme zusätzlicher Geräte zu ermöglichen.

Am Lehrstuhl für Technische Elektronik (LTE) wurden im Rahmen des Projekts die Mobilfunkstandards NB-IoT & LTE-M hinsichtlich der Energieeffizienz er-

forscht. Schrittweise wurden energiesparende Features in Prototypen implementiert, um den Energieverbrauch einer smarten Jacke und eines smarten Schuhs effizienter zu machen.

### Kontakt

Prof. Dr.-Ing. Georg Fischer  
Florian Instorfer, M. Sc.  
Ahmed Elhaddad, M. Sc.

FAU

Lehrstuhl für Technische Elektronik  
(LTE)  
Cauerstr.9  
91058 Erlangen

<https://www.lte.tf.fau.de>

<https://www.5gconnectedsport.de>

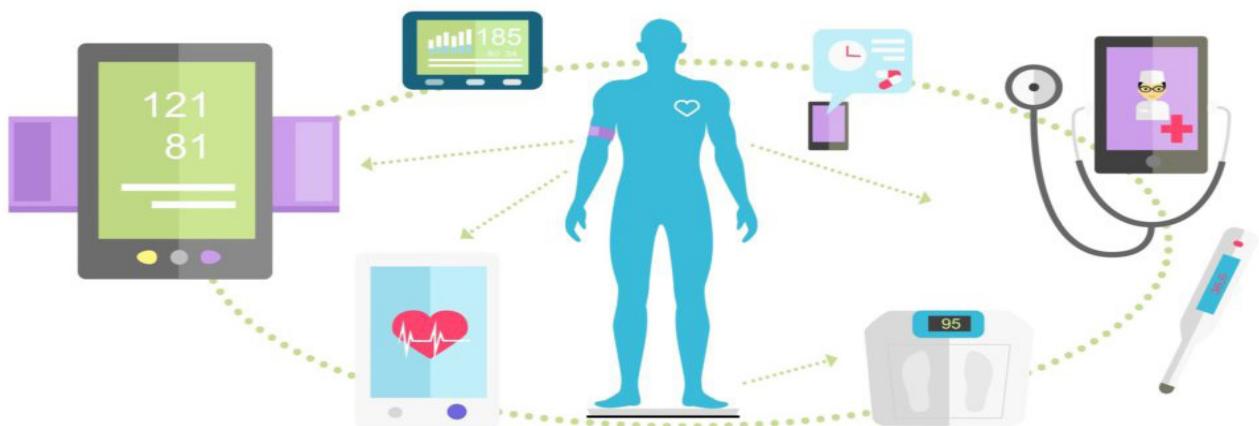


Bild: FAU/ LTE

## Neues Forschungsprojekt am FAPS: AI4CO2Opt

### Tiefe bestärkende Lernverfahren zur Reduktion von CO<sup>2</sup>-Emissionen durch die energetische Optimierung der Produktionssteuerung

Das Forschungsvorhaben AI4CO2Opt adressiert die Minimierung von Energieaufwänden und folglich CO<sub>2</sub>-Emissionen bei zeitgleicher Optimierung der Produktionssteuerung. Durch die Kombination energetischer und ereignisdiskreter Simulationsmodelle sowie tiefer bestärkender Lernverfahren können für multivariate und dynamische Optimierungsziele unterschiedliche Produktionsszenarien zur Laufzeit abgeleitet und in die Produktion eingespielt werden. Ferner werden im Rahmen einer holistischen Betrachtungsweise der Energieaufwände die entwickelten Simulations- und Machine Learning-Modelle genutzt, um eine fertigungsbegleitende Detektion und Klassifikation abnormaler Energieaufwendungen auf Prozess- und Anlagenebene zu ermöglichen. Um aktuelle und zukünftige ökonomische sowie legislative Anforderungen an die Rückverfolgbarkeit von CO<sub>2</sub>-Emissionen zu erfüllen, wird ein für alle Systemkomponenten durchgängiges CO<sub>2</sub>-Traceability-System konzipiert und prototypisch implementiert.

Das Projekt AI4CO2Opt startete zum 01.04.2022 und wird über eine Laufzeit von 3 Jahren vom Bayerisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst (stmk) gefördert. Es ist im Programm "FuE Programm Informations- und Kommunikationstechnik Bayern" dem Track der "Digitalisierung im Energiebereich" zuzuordnen.

#### Kontakt

Prof. Dr.-Ing. Jörg Franke  
Dominik Kißkalt, M. Sc.  
Jonathan Fuchs, M. Sc.

#### FAPS

Egerlandstr. 9  
91058 Erlangen

<https://www.faps.fau.de>

## Neues Forschungsprojekt: 5G-AUTOSAT\_KI

### 5G, Satellitenkommunikation und KI für automobile Anwendungen

Die Kooperation bestehend aus Airbus Defence and Space GmbH, Fraunhofer Institut für Integrierte Schaltungen, Friedrich-Alexander-Universität (FAU) Erlangen-Nürnberg (Lehrstuhl Rechnernetze und Kommunikationssysteme von ESI-Mitglied Prof. Dr.-Ing. Reinhard German) und der ZF Friedrichshafen AG hat das gemeinsame Ziel, die Konnektivität für automobile Anwendungen in hybriden Satelliten und terrestrischen 5G Netzwerken mittels künstlicher Intelligenz zu erforschen und optimieren.

Die FAU arbeitet hierzu schwerpunktmäßig an Konzepten zur Integration automobiler Anwendungen, der Erstellung eines Simulationsmodells zur Kombi-

nation von Fahrzeug- und Satellitenkommunikation, der Einbindung von KI-Algorithmen, der Leistungsbeurteilung und Optimierung von Quality-of-Service relevanten Netzwerk- und Protokollaspekten sowie der Umsetzung in einem Echtzeit-Demonstrator. Ergebnisse sollen bei wissenschaftlichen Konferenzen vorgestellt werden und in die Standardisierung von 5G und zukünftigen 6G Netzwerken eingebracht werden.



## Preise und Auszeichnungen

### Lehrstuhl für Hochfrequenztechnik (LHFT)

Der Artikel "76–81 GHz LTCC antenna for an automotive miniature radar frontend" von **Frank Sickinger, Dipl.-Ing. Ernst Weissbrodt** und **Prof. Dr.-Ing. Martin Vossiek** gehört zu den 10 am häufigsten heruntergeladenen Artikeln des International Journal of Microwave and Wireless Technologies in 2021.

lungstechnik (LRT) verliehen. **Daniel Landgraf, M. Sc.** wurde im Studiengang EEI für seine Masterarbeit „Hierarchical Learning and Model Predictive Control“ ausgezeichnet. Den Preis im Studiengang Mechatronik erhielt **Fadi Snobar, M. Sc.** für seine Masterarbeit „Model predictive tracking of a moving object with a quadcopter“.

### Lehrstuhl für Technische Elektronik (LTE)

**Andreas Depold, M.Sc.** hat den RWW 2022 Student Paper Contest in Las Vegas für seine Veröffentlichung „A Light-Weight 3×3 Switched Polarity URA Antenna and Receive System for Direction Finding“ gewonnen. Das in der Veröffentlichung beschriebene System wird im Rahmen des BMBF-Projekts „SOR-TIE“ zur Ortung von Verschütteten unter einer Drohne montiert.

Im Rahmen des 56. Regelungstechnischen Kolloquiums in Boppard am 10. März 2022 wurde der Best Paper Award der Zeitschrift „at – Automatisierungs-technik“ in der Kategorie „Anwendungen“ an **Alexander Lamprecht, M. Sc.** für seinen Artikel „Potential der modellprädiktiven Regelung für Fahrsimulatoren“ verliehen.

### Lehrstuhl für Regelungstechnik (LRT)

Beide Absolventenpreise der Baumüller Holding GmbH & Co. KG für das Jahr 2021 wurden auf der virtuellen Absolventenfeier der Technischen Fakultät am 4.2.2022 an Mitarbeiter des Lehrstuhls für Rege-

Der Best Paper Award in der Kategorie „Methoden“ ging ebenfalls an einen ehemaligen Mitarbeiter des Lehrstuhls: **Alexander Lomakin, M. Sc.** wurde mit dem Preis für seinen Beitrag „Algebraische Detektion und Identifikation von Parameterfehlern in der Robotik“ ausgezeichnet. Diese Arbeit wurde von **Prof. Dr.-Ing. habil. Joachim Deutscher** betreut, der zwischenzeitlich einem Ruf an die Universität Ulm gefolgt ist.

### Impressum

Herausgeber:

**FAU Research Center Embedded Systems Initiative (FAU ESI)**, Martensstraße 3, 91058 Erlangen

Telefon: 09131 / 85 25151, Telefax: 09131 / 85 25149

[info@esi.uni-erlangen.de](mailto:info@esi.uni-erlangen.de) | [www.esi.fau.de](http://www.esi.fau.de)

**ESI-Anwendungszentrum**, Nordostpark 84, 90411 Nürnberg

[info@esi-anwendungszentrum.de](mailto:info@esi-anwendungszentrum.de) | [www.esi-anwendungszentrum.de](http://www.esi-anwendungszentrum.de)

Redaktion / Layout / Verantwortlicher Inhalt: Dr.-Ing. Torsten Klie (Geschäftsführer FAU ESI)