

Fraunhofer EMFT

Sensoren und Aktoren
für Mensch und Umwelt

Fraunhofer EMFT

Maßgeschneiderte Lösungen

für Kundinnen &
Kooperationspartner



Unser Angebotsportfolio spiegelt die Vielfältigkeit der Münchner Unternehmenslandschaft wider, in der von Großkonzernen bis zu superkreativen Start-ups alles vertreten ist. Statt Lösungen von der Stange haben wir den Anspruch, unseren Kundinnen individuelle, möglichst einfache und gleichzeitig ausgefeilteste Lösungen zu bieten. Dabei kommt es nicht auf die Größe des Projekts an, sondern darauf, wie der Kunde mit unserer Hilfe erfolgreich wird. Der Kunde wächst im Markt und wir wachsen als Technologiepartner mit – das verstehe ich unter Win-Win. Die Bilanz sind oft jahrelange, sehr vertrauensvolle Kooperationen mit spannenden Kunden.«

Prof. Christoph Kutter,
Institutsleiter des Fraunhofer EMFT



Grußwort

Liebe Partner, Kundinnen und Förderer des Fraunhofer EMFT,

ein klares Ziel vor Augen ist die beste Grundlage, um anstehende Herausforderungen anzupacken, immer wieder aufs Neue nach den besten Lösungen zu suchen und die eigenen Stärken konsequent auszubauen. Umso mehr freuen wir uns, dass wir Ende 2022 ein ganz zentrales Ziel erreicht haben: Aus der Fraunhofer-Einrichtung für Mikrosysteme und Festkörper-Technologien EMFT wird das Fraunhofer-Institut für Elektronische Mikrosysteme und Festkörper-Technologien EMFT!

Die positive Entscheidung des Fraunhofer-Vorstands zeigt, dass wir in den vergangenen Jahren sehr Vieles richtig gemacht haben und bestätigt unsere Überzeugung, dass kontinuierliche Strategiearbeit essentiell für die eigene Wettbewerbs- und Zukunftsfähigkeit ist. Auch im vergangenen Jahr sind wir in punkto Strategie am Ball geblieben, haben unser

Know-how und Angebotsportfolio analysiert und in Hinblick auf unsere strategischen Forschungsthemen (→ siehe Seite 10) geschärft. Die Ergebnisse haben wir im November in einem Audit externen Expertinnen und Experten vorgestellt und dabei viel Lob und wertvolle Anregungen erhalten.

Ein zentraler Anspruch an erfolgreiche Strategiearbeit ist für uns, diese an den Bedürfnissen unserer Kundinnen und Kunden auszurichten. Was liegt da näher, als gemeinsam vielversprechende Themen zu identifizieren und langfristige Kooperationen konkret zu planen, um so unsere Wettbewerbsfähigkeit zu erhalten und auszubauen? Hier möchten wir künftig verstärkt die Initiative ergreifen und Sie zu einem intensiven Dialog über eine gemeinsame Strategie einladen! Nach den vergangenen zwei Pandemie Jahren freuen wir uns ganz besonders auf einen Austausch in Präsenzform.

»Gemeinsam ist man stärker« gilt auch für unsere strategischen Forschungsthemen, die wir innerhalb starker Netzwerke vorantreiben. Ob Green ICT, Munich Quantum Valley oder das Fraunhofer Zentrum für Biogene Wertschöpfung und Smart Farming – hinter all diesen Initiativen steht gebündeltes Know-how aus unterschiedlichen Bereichen, um an Lösungen für zentrale Herausforderungen unserer Zeit zu arbeiten: Mit optimierten Prozessen und neuen Materialien gestalten wir die Produktion von Mikroelektronik ressourcen- und umweltschonender. Unsere Quantentechnologien tragen dazu bei, in Bayern einen wettbewerbsfähigen Quantencomputer zu realisieren und für die Industrie nutzbar zu machen. Die Entwicklungen im

Bereich Smart Farming wiederum zielen darauf ab, Umweltschutz zu fördern und zugleich die Zukunftsfähigkeit und Resilienz der Lebensmittelversorgung unserer Gesellschaft zu gewährleisten. Die großzügige förderpolitische Unterstützung aus Bayern und auf Bundesebene hat diesen Aktivitäten zusätzlichen Rückenwind verliehen. → Mehr Infos ab Seite 58

Wir laden Sie jetzt ein, auf den folgenden Seiten auf unser Jahr 2022 zurückzublicken und wünschen Ihnen eine spannende Lektüre.

Herzliche Grüße,

Prof. Dr.-Ing. Amelie Hagelauer

Prof. Dr. rer. nat. Christoph Kutter

Inhalt

Menschen, Zahlen, Fakten	6
Strategische Forschungsthemen	10
Kompetenzen und Referenzprojekte	12
Mikro- und Nanotechnologien	15
Mikropumpen	21
Sichere Elektronik	27
Sensorlösungen	33
Highlights und wissenschaftliche Aktivitäten	38
Highlights	39
Bachelorarbeiten	42
Masterarbeiten	42
Promotionen	43
Vorträge	43
Veröffentlichungen	43
Patente	45
Angebotsspektrum	46
Leistungsspektrum des Fraunhofer EMFT	46
Technologien und Ausstattung am Fraunhofer EMFT	46
Zentrum für Verbindungstechnik in der Elektronik	48
Netzwerk	50
Die Fraunhofer-Gesellschaft	51
Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland	52
Leistungszentrum »Sichere intelligente Systeme«	54
Fraunhofer Innovation Platform for Sensors and Applied Systems	56
Zentrum Trusted Electronics Bayern	57
Fraunhofer-Zentrum »Biogene Wertschöpfung und Smart Farming«	58
Munich Quantum Valley	59
Universitäten und Hochschulen	60
Nachwuchsförderung und Karriere	62
Kontakt	70
Impressum	73

200 mm Wafer mit Al Josephson-Junction-Teststrukturen für supraleitende Qubits



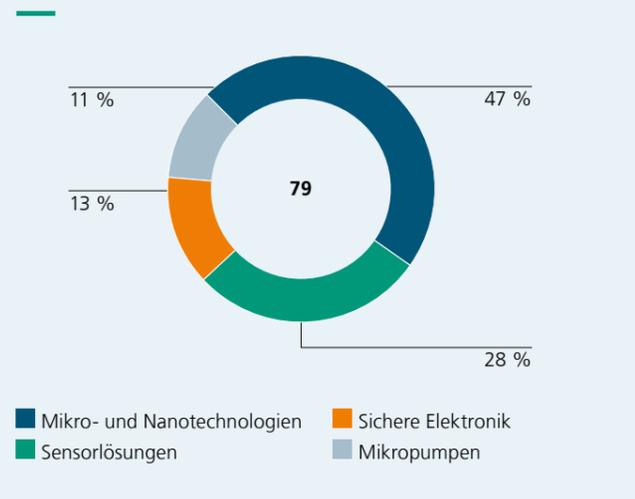
Menschen, Zahlen, Fakten

53 Projekte

Gemeinsam konnte das Team des Fraunhofer EMFT im Jahr 2022 in insgesamt 53 Projekten seinen Beitrag zur Bewältigung der aktuellen Herausforderungen unserer Gesellschaft leisten. Mit 47 % kann fast die Hälfte der Projekte dem Kompetenzfeld Mikro- und Nanotechnologien zugeordnet werden. Dieses bildet wiederum die Basis für die Fraunhofer EMFT-Kompetenzen Sensorlösungen, Mikropumpen und Sichere Elektronik. Gerade das interdisziplinäre Zusammenspiel dieser Bereiche hilft uns, zukunftsweisende Lösungen für Mensch und Umwelt hervorzubringen.

→ Mehr Infos zu unseren Kompetenzen und Projekten ab Seite 12

Anteil der Forschungsprojekte nach Kompetenz

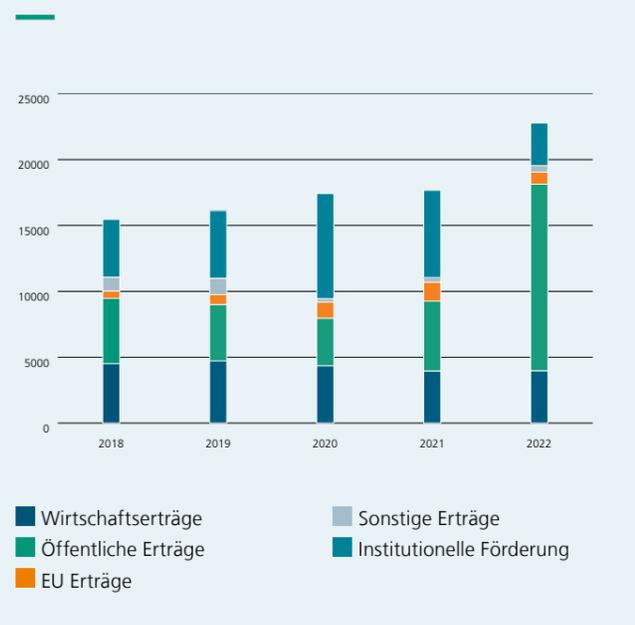


22,8 Mio. € Gesamthaushalt

4,0 Mio. Euro. In Bezug auf den Betriebshaushalt entspricht das einem Anteil von 22,10 %.

Der Gesamthaushalt des Fraunhofer EMFT betrug im Jahr 2022 rund 22,8 Mio. Euro. Dabei generierten die Industrieaufträge ein Gesamtvolumen von ca.

Finanzhaushalt



155+ Mitarbeitende

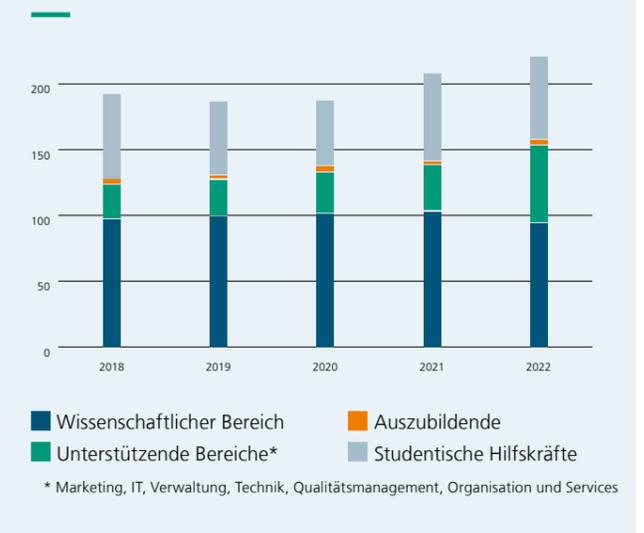
Um das zu erreichen, braucht man ein starkes Team: Im Vergleich zum Vorjahr wuchs die Belegschaft am Institut um 16 Personen und bestand zum Jahresende 2022 aus insgesamt 155 Personen. Davon sind 94 Personen im wissenschaftlichen und 58 weitere Personen in den unterstützenden Bereichen tätig. Letztere setzen sich aus Marketing, IT, Verwaltung, Technik, Qualitätsmanagement, Organisation und Services zusammen. Darüber hinaus wird das Fraunhofer EMFT Team von drei Auszubildenden ergänzt.

Über das ganze Jahr hinweg waren zusätzlich 62 studentische Hilfskräfte aus den verschiedensten Universitäten und Hochschulen am Institut tätig. Im Zuge dessen arbeiteten sie im Rahmen der Fraunhofer EMFT-Forschungsaktivitäten und/oder erstellten ihre Abschlussarbeit (→ siehe Seite 42 f.).

Gemeinsam stehen wir, das Fraunhofer EMFT, für großartiges Wissen aus aller Welt: Unser Team stammt aus insgesamt 23 verschiedenen Ländern. Zusammen treiben wir die Forschung und Entwicklung von Sensorsystemen und Aktoren für Mensch und Umwelt voran. Dabei stellt gerade unser multikultureller Hintergrund einen entscheidenden Vorteil dar. Denn er ermöglicht es uns, wissenschaftliche Fragestellungen aus den unterschiedlichsten Perspektiven zu betrachten. Dementsprechend nutzen wir die Chance, uns gegenseitig in unserer Denkweise und unseren Problemlösungsstrategien zu inspirieren.

→ Unsere Ansprechpersonen finden Sie ab Seite 70.

Teamgröße



Wissen aus aller Welt

- Ägypten
- Bulgarien
- China
- Deutschland
- Finnland
- Indien
- Iran
- Israel
- Kanada
- Kolumbien
- Marokko
- Moldawien
- Niederlande
- Österreich
- Pakistan
- Philippinen
- Polen
- Rumänien
- Russland
- Slowenien
- Tschechien
- Türkei
- Vietnam



Als Forschende die Welt gestalten



Das Fraunhofer EMFT steht für angewandte Forschung mit starkem industriellem Bezug. Im Rahmen von nationalen und europäischen Forschungsverbänden treiben wir wichtige Zukunftsthemen voran, um Wohlstand und Lebensqualität auch für die nächsten Generationen sicherzustellen.

Die Position an der Schnittstelle zwischen Vorlauforschung und Industrie bietet ambitionierten Forscherinnen und Forschern ein unglaublich vielseitiges und spannendes Tätigkeitsfeld: Es reicht von ganz neuen Themenstellungen, bei denen Grundlagen erarbeitet und verschiedene Lösungswege im Rahmen von Vorlauftforschungsarbeiten an der Universität untersucht werden müssen, bis hin zu gut erprobten *ready-to-market*-Lösungen, denen wir den letzten Schliff verleihen. Dank dieses breiten Spektrums kann man neue Lösungswege von Anfang bis Ende mitgestalten und sich gleichzeitig ein ideal aufgestelltes Netzwerk aufbauen.«

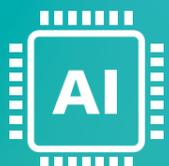
Strategische Forschungsthemen

Die Motivation und das gemeinsame Ziel des Fraunhofer EMFT ist es, etwas zu bewirken! Die Mitarbeitenden setzen ihre langjährige Erfahrung und das umfangreiche Know-how in Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik gezielt ein, um aktiv zur Bewältigung der aktuellen Herausforderungen unserer Gesellschaft beizutragen.

Aber was heißt das konkret? Ausgehend von aktuell und künftig gesellschaftsrelevanten Fragestellungen identifiziert das Fraunhofer EMFT genau die Themen, bei denen sie durch ihre Expertise tatsächlich einen Mehrwert generieren kann. Kurz gesagt: Die strategischen Forschungsthemen des Fraunhofer EMFT, wie auch der Fraunhofer-Gesellschaft im Allgemeinen, ergeben sich aus der **Schnittmenge** von zu bewältigenden **Herausforderungen** und aufzuweisenden **Kompetenzen**. Demzufolge sind sie keineswegs statisch, sondern ändern sich perspektivisch in Abhängigkeit der zu lösenden Frage- und Problemstellungen sowie deren Relevanz und Dringlichkeit. Hierzu pflegt Fraunhofer einen stetigen Austausch mit Politik, Fördergebern sowie Industrie.

Derzeit stehen folgende strategischen Forschungsthemen im Fokus der F&E-Aktivitäten:

- Vertrauenswürdige Elektronik
- Mikroelektronik für Quantentechnologien
- Neuromorphes Computing
- Sensorik und Aktorik für Intelligente Medizin
- Ressourceneffizienz in der Mikroelektronik
- Sensorik und Aktorik für Smart Farming
- Künstliche Intelligenz (KI) für Sensorik



Vertrauenswürdige Elektronik

Elektronik ist vertrauenswürdige, wenn sie allen unseren Erwartungen an Funktionalität und Spezifikationen entspricht und gleichzeitig keine Hintertüren oder Schwachstellen für Angreifer offenlässt. Insbesondere in sensiblen Einsatzbereichen, wie der Medizintechnik, Automobilindustrie und Luft- und Raumfahrttechnologie, ist vertrauenswürdige Elektronik von essentieller Bedeutung. Die Fraunhofer EMFT-Kompetenzen im Bereich **Sichere Elektronik** ermöglichen u.a. Forschung zur Klärung von Ursachen komplexer Fehler und Zuverlässigkeitsprobleme, zum Monitoring von elektrischen Verbindungen sowie Entwicklung von Konzepten für Hardwaresicherheit und Manipulationsschutz von elektronischen Systemen.

Mikroelektronik für Quantentechnologien

Quantentechnologien haben das Potential zum umfassenden »Game Changer«, u.a. in der Quantensensorik für hochpräzise und leistungsfähige Sensoren, oder im Quantencomputing zur Lösung von Rechenproblemen, an denen die heutigen Supercomputer scheitern. Noch gibt es allerdings einige Herausforderungen für die praktische Umsetzung der Quantentechnologien – und genau hier kommen die Fraunhofer EMFT-Kompetenzen in **Mikro- und Nanoelektronik** und **Sichere Elektronik** als »Enabler« ins Spiel. Im Rahmen des neu gegründeten Munich Quantum Valleys (MQV) zielen die F&E-Aktivitäten des Fraunhofer EMFT auf zuverlässige und skalierbare Entwicklung und Herstellung von Qubit-Chips, sowie ihre Integration und Miniaturisierung, um möglichst kleine, leistungsfähige, zuverlässige und energieeffiziente Quantensysteme zu realisieren.

Neuromorphes Computing

Bei neuromorphem Computing werden neuronale Netze als Algorithmen für integrierte Schaltungen genutzt, um eine parallele Berechnung der Daten in verteilten Speichern zu ermöglichen. Damit sind neuromorphe Chips wesentlich schneller und effizienter als bisherige Prozessoren. Das Fraunhofer EMFT setzt seine Kompetenzen in **Mikro- und Nanoelektronik** z.B. ein, um an neurologisch inspirierten Computerarchitekturen mit Memristoren auf Basis von neuen 2D-Nanomaterialien zu forschen. Im Bereich Schaltungsdesign kommen sie zum Einsatz, um neue Speichertechnologien für die Realisierung analoger und digitaler neuromorpher Schaltungen zu entwickeln.

Sensorik und Aktorik für Intelligente Medizin

Eines der facettenreichsten Innovationsfelder der Zukunft ist die Gesundheitsforschung mit intelligenten Lösungen. Als Forschungsthema bietet Intelligente Medizin enormes Potential für bezahlbare Gesundheit sowie einen Zugewinn für medizinische Versorgung durch neue Diagnose- und Behandlungsmöglichkeiten. Zahlreiche F&E-Aktivitäten des Fraunhofer EMFT beschäftigen sich mit Lösungen für intelligente Medizin. Eine Schlüsselrolle nimmt die **Mikropumpe** ein, die in Medizinthemen vielfältigen Einsatz findet. Im Bereich **Sensordlösungen** werden neuartige Methoden und Systeme zur verbesserten Diagnostik entwickelt.

Ressourceneffizienz in der Mikroelektronik

Ressourcenschonung, Energieeffizienz und eine deutliche Reduktion des CO₂-Footprints bei Mikroelektronikproduktion sind die Hauptmotivationen für das strategische Forschungsthema Ressourceneffizienz in der Mikroelektronik. Das Fraunhofer EMFT forscht an der Nutzung von alternativen, umweltfreundlicheren Materialien in der **Mikro- und Nanoelektronik** sowie deren Transfer in die Industrie. Entwicklung energieeffizienter Chips, Überwachung des Energieverbrauchs der Halbleiterprozesse mittels intelligenter Sensorik sowie innovative Abatementkonzepte und -systeme sind weitere wichtige Forschungsbereiche für nachhaltigere Mikroelektronik.

Sensorik und Aktorik für Smart Farming

Die Sicherstellung einer nachhaltigen Versorgung der Bevölkerung stellt eine fundamentale Herausforderung in globaler, nationaler und regionaler Hinsicht dar. Smart Farming ist ein vielversprechender und pragmatischer Ansatz, Informations- und Kommunikationstechnologien in der Landwirtschaft anzuwenden, um ökonomische und ökologische Ziele in der Nahrungsmittelproduktion zu verbinden. Die Kompetenzen des Fraunhofer EMFT in Sensorik und Aktorik können hier vielfältig eingesetzt werden: In den Bereichen **Sensordlösungen** und **Mikropumpen** aktuell u.a. für die Phänotypisierung von Pflanzen, Emissionsanalysen in der Tierhaltung und das Monitoring von Lieferketten in der Lebensmittelindustrie.

Künstliche Intelligenz (KI) für Sensorik

Sensoren sind bereits heute in zahlreichen Anwendungsbereichen als Datenlieferanten unverzichtbar. Wenn zusätzlich die gesammelten Rohdaten direkt am Sensorknoten analysiert und verarbeitet werden, statt sie in die Cloud hochzuladen, können Datensicherheit, Energieeffizienz und Reaktionsgeschwindigkeit des Gesamtsystems erhöht werden. Das Fraunhofer EMFT kombiniert seine Kompetenzen im Bereich **Sensordlösungen** mit KI-Methoden wie Machine Learning, um intelligente Sensorknoten beispielsweise für Umweltmonitoring, medizinische Wearables oder Überwachung von Produktionsprozessen zu entwickeln.



Mehr Infos

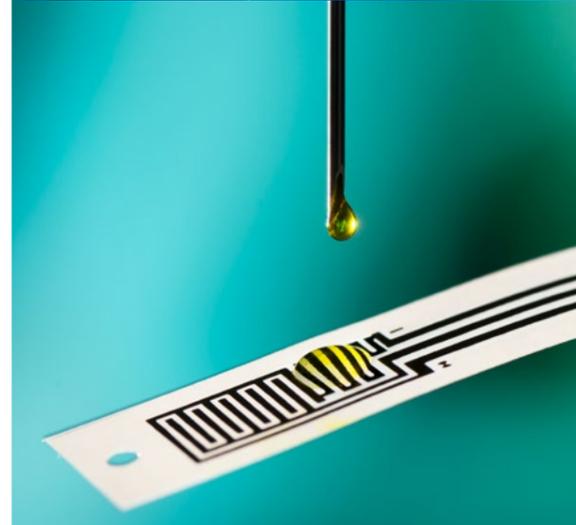
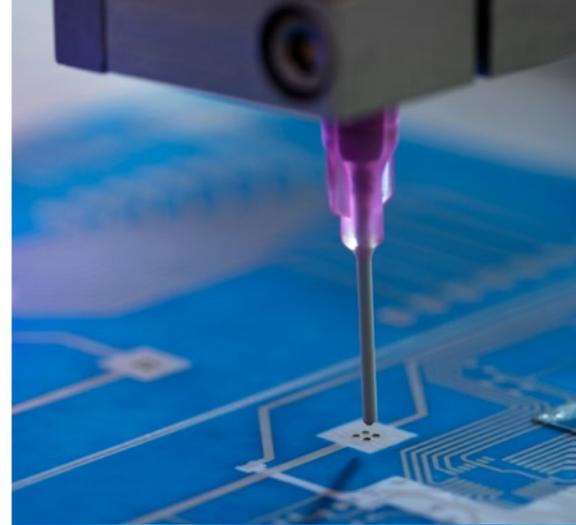
www.emft.fraunhofer.de/forschungsthemen

Kompetenzen

Den F&E-Aktivitäten des Fraunhofer EMFT liegen **vier Kernkompetenzen** zugrunde: Nano- und Mikrotechnologien bilden hierbei die Basis für die weiteren drei Kompetenzen – Mikropumpen, Sichere Elektronik und Sensorlösungen. Gerade das interdisziplinäre Zusammenspiel dieser Kompetenzen ermöglicht es, zukunftsweisende Lösungen hervorzubringen.

Auf den folgenden Seiten stellen wir Ihnen unsere Kompetenzen im Detail vor, verbunden mit ausgewählten **Referenzprojekten**, die den erfolgreichen Transfer unseres Know-hows in die Anwendung widerspiegeln. Dabei wird deutlich, welchen Mehrwert unsere Forschung für Mensch und Umwelt stiftet.

Um einen Überblick darüber zu bekommen, welche **wissenschaftlichen Erkenntnisse im Jahr 2022** durch das Fraunhofer EMFT veröffentlicht wurden, verweisen wir auf Seite 38 »Wissenschaftliche Aktivitäten«.



Mikro- und Nanotechnologien

Das Fraunhofer EMFT verfügt über einen umfangreichen, hochmodernen Technologiepark sowie umfassende Kompetenzen im Bereich Mikro- und Nanotechnologie: Von der Prozessanalytik über die Entwicklung elektronischer Komponenten, Folienelektronik, Circuit Design bis zur Hetero- und Systemintegration. Dieses Know-how bildet die Basis für die Forschungsaktivitäten des Instituts. —> Mehr Infos + Projekte ab Seite 15

Mikropumpen

Die nanolitergenaue Dosierung von Gasen und Flüssigkeiten ist ein zentrales Kompetenzfeld des Fraunhofer EMFT. Das Portfolio umfasst hochminiaturisierte Silizium-, Edelstahl- und Titanmikropumpen sowie Dosiersystemlösungen. Das Anwendungsspektrum reicht von der Medizintechnik über Industrieanwendungen bis hin zur Consumerelektronik. —> Mehr Infos + Projekte ab Seite 21

Sichere Elektronik

Das Fraunhofer EMFT besitzt über vielseitiges Know-how sowohl im Bereich der Zuverlässigkeit als auch der Manipulationssicherheit elektronischer Komponenten und Systeme. Die F&E-Aktivitäten umfassen Ausfallanalysen, ESD-Test- und Schutzkonzepte, Bausteinpräparation für Sicherheitsanalysen sowie hardwarebasierte Manipulationsschutztechnologien. —> Mehr Infos + Projekte ab Seite 27

Sensorlösungen

Ein Kompetenzschwerpunkt des Fraunhofer EMFT ist die Konzeption neuartiger, leistungsstarker Sensorlösungen, die ein perfektes Zusammenspiel der Sensorik mit ihrer Umgebung ermöglichen. Dabei werden Eigenentwicklungen auch mit bereits bestehenden Lösungen kombiniert. —> Mehr Infos + Projekte ab Seite 33



Mehr Infos

www.emft.fraunhofer.de/kompetenzen

Mikro- und Nanotechnologien

Das Fraunhofer EMFT verfügt über einen umfangreichen, hochmodernen Technologiepark im Bereich Mikroelektronik und Mikro- und Nanotechnologien, der von erfahrenen Forscherinnen sowie Mikrotechnologien betreut und zur Entwicklung von kundenspezifischen Lösungen genutzt wird. Diese Technologien bilden auch die Basis für die weiteren Kompetenzfelder des Fraunhofer EMFT und beinhalten u.a.:

Technologie und Prozessanalytik: Im Bereich Technologie und Prozessanalytik bietet das Fraunhofer EMFT eine industriekompatible Technologieplattform, um neue Prozessmedien zu testen oder ausgewählte Prozessschritte zu optimieren und dadurch beispielsweise Performance oder Ausbeute zu steigern.

Entwicklung und Prototypenfertigung von CMOS-Bauelementen: Prototypenfertigung von Siliziumbauelementen auf CMOS-Basis ist eine langjährige Kompetenz des Fraunhofer EMFT. Neuartige Dioden-, Detektor-, Sensor- und Aktorkonzepte sind dabei die Schwerpunkte sowohl im Dienstleistungs-, als auch im Forschungs- und Entwicklungsbereich. Neben klassischen CMOS-Technologien kommen Epitaxie, MEMS-Entwicklung, 3D-Integration sowie Waferdünnen zum Einsatz.

Folienelektronik: Flexible Elektronik bietet neuartige Möglichkeiten für viele leistungsstarke und »smarte« Produkte. Hauseigene Rolle-zu-Rolle Fertigungsanlagen ermöglichen die kostengünstige Bearbeitung von Folien und anderen flexiblen Substraten, um biegbare, flache und großflächige elektronische Systeme zu entwickeln. Eine technologische Schlüsselrolle kommt dabei der Heterointegration von Silizium- und Folientechnologie zu.

Dünnes Silizium: Für heterogene 3D-Integration und Chip-in-Foil Packages werden extrem dünne Siliziumchips benötigt. Das technologische Know-how zur Herstellung dünner Wafer bildet dafür eine wichtige Grundlage. Für die umfangreiche Prozessfolge der Dünntechnik ist der Münchener Standort bestens ausgerüstet, sodass beliebig dünne Devices auf Waferlevel realisiert werden können.

IC Design: Sehr spezifische Anwendungen oder die Erschließung neuartiger Funktionen und Einsatzgebiete, weitere Miniaturisierung, bessere Energieeffizienz, niedrigere Herstellungskosten oder höhere Zuverlässigkeit verlangen oftmals nach neuen IC Designs, die in dieser Form am Markt nicht erhältlich sind. Hier unterstützt das Fraunhofer EMFT seine Kundinnen und Kunden beim Entwurf komplexer analoger und Mixed-Signal Schaltkreise mit den Schwerpunkten auf neuartigen sensorischen Konzepten und Millimeter-Wellen-Design.

Systemintegration: Mit dem Aufbau von Demonstratoren, Prototypen und Systemen veranschaulichen Fraunhofer EMFT-Wissenschaftlerinnen und -Wissenschaftler mögliche Anwendungsszenarien für die am Fraunhofer EMFT entwickelten Technologien und Komponenten. Für Kundinnen und Kunden ist diese Entwicklungskompetenz ein wichtiger Teil des Fraunhofer EMFT-Leistungssportfolios.

Detailansicht eines Foliensystems zur Temperaturmessung während der Prozessierung

Mehr Infos

[www.emft.fraunhofer.de/
mikro-nano-technologien](http://www.emft.fraunhofer.de/mikro-nano-technologien)



Projekte

Mikro- und Nanotechnologien



Auf dem Weg zum Quantencomputer: Höhere Skalierbarkeit von Qubits

Quantencomputer sollen Aufgaben spielend lösen, an denen sogar heutige Rechenzentren scheitern. Doch bis die Rechengenies tatsächlich in der breiten Anwendung eingesetzt werden können, gilt es noch einige Herausforderungen zu bewältigen. Im Rahmen des Munich Quantum Valley (→ siehe Seite 59) arbeiten Forschende des Fraunhofer EMFT daran, den Transfer von Quantentechnologien in die Industrie voranzutreiben. Ein Fokus der Aktivitäten liegt darauf, die Skalierbarkeit und Stabilität von supraleitenden Qubits zu optimieren. Sie sind die Grundeinheiten eines Quantencomputers und bestehen aus einer Josephson-Junction – einem hochpräzise gesetzten Supraleiter-Nichtleiter-Supraleiter Übergang in den Qubit-Schaltkreisen – und einem Resonator.

Sie sind in der Lage, für eine bestimmte Zeitspanne, der so genannten Kohärenzzeit, eine Superposition einzugehen und damit alle möglichen Zustände gleichzeitig anzunehmen. Dies ermöglicht es dem Quantencomputer, alle möglichen Lösungswege gleichzeitig zu berechnen, was die Rechengeschwindigkeit drastisch erhöht. Allerdings kann der Quantencomputer nur innerhalb dieser Zeitspanne rechnen. Um die Kohärenzzeit zu verbessern und über einen möglichst langen Zeitraum stabil zu halten, setzen die Forschenden auf

größtmögliche Homogenität bei der Herstellung. Je feiner die einzelnen Komponenten aufeinander abgestimmt sind, desto länger ist die erreichbare Kohärenzzeit. Eine verbesserte Kohärenzzeit von supraleitenden Quantenschaltungen gilt als entscheidende Voraussetzung für den erfolgreichen industriellen Betrieb von Quantencomputern.



Resonatoren zur Materialanalyse für supraleitende Qubits auf 200 mm Wafer mit Nb-Beschichtung

Eine weitere Herausforderung liegt darin, das bei bisherigen Quantenrechnern auftretende Rauschen zu minimieren. Dies ist notwendig, weil es sonst zu einer hohen Fehlerquote in den Berechnungen führen kann, was die Leistungsfähigkeit deutlich reduziert. Das Problem: Die einzelnen Qubits sind extrem störanfällig, denn sie unterliegen thermischen, elektromagnetischen und sogar kosmischen

Interferenzen und Phänomene, die zu Rauschen und damit Berechnungsfehlern führen. Um diese Schwankungen auszugleichen, müssen möglichst viele Qubits auf einem Chip möglichst dicht nebeneinander verschaltet werden und sich dabei trotzdem nicht gegenseitig beeinflussen. Im Moment liegt das Limit hier bei neun Qubits. Das Forschungsteam verfolgt den Ansatz, durch platzsparendes Design mittels Durchkontaktierung durch den 200mm Siliziumwafer (Through Silicon Vias, TSV) wesentlich mehr Qubits als bisher miteinander verschalten zu können.

Das Munich Quantum Valley wird vom Freistaat Bayern gefördert.

Next Generation Computing: Sensor statt Cloud

Wie kann Computing zukünftig statt in der Cloud nahe am Sensor bewerkstelligt werden? Und wie kann in einem solchen Setup maschinelles Lernen auf verteilten Systemen stattfinden? Mit diesen hochaktuellen Fragestellungen beschäftigen sich die Forschenden des Fraunhofer EMFT gemeinsam mit elf weiteren Fraunhofer-Instituten im Innovationsprojekt SecLearn Arrival. Im Zentrum der Aufmerksamkeit stehen dabei die Aspekte neuromorpher, energieeffizienter Hardwarekomponenten und KI-Algorithmen für dezentrales Lernen sowie der Datenschutz.

Heutige, auf von-Neumann basierte Computerarchitekturen haben einen enorm hohen Energieverbrauch, sodass eine massive Ausweitung des Computings in die Edge nicht sinnvoll wäre.



Neuromorphes Computing; © Fraunhofer IGD

Im Rahmen des Vorhabens sollen auf einer gemeinsamen Plattform entwickelte Hardwarekomponenten und die Algorithmen für föderiertes Lernen kombiniert werden, um eine effiziente Umsetzung von Inferenz und Training zu ermöglichen. Die zu entwickelnden neuromorphen Beschleuniger haben eine um Größenordnungen geringere Leistungsaufnahme und können für KI-Algorithmen optimiert werden. Dadurch wird eine Verlagerung der Datenverarbeitung auf Edge-Devices möglich.

Die Entwicklungsergebnisse sollen in zwei Use Cases demonstriert werden: Das erste

1,25 m lange Kupferleiterbahnen mit einer Breite und einem Abstand von bis zu 20 µm wurden auf Polyimidfolie durch digitale Fotolithografie und nasschemisches Ätzen des Kupfers hergestellt. Durch lithografisches Zusammenfügen aufeinanderfolgender Bilder von 10 cm langen Liniensegmenten können Kupferlinien beliebiger Länge erzeugt werden.

Szenario fokussiert sich auf die Material- und Defekterkennung für industrielle Anwendungen. Im zweiten Use Case soll die Skalierbarkeit von Architektur und Methoden auf Anwendungen mit höheren Datenraten in einem virtuellen Prototyp demonstriert werden.

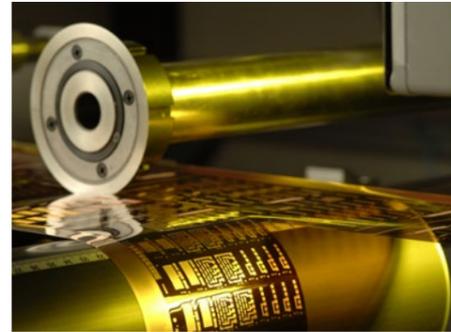
Das maschinelle Lernen soll hierbei in den verteilten Systemen stattfinden, ohne dass die Grunddaten in die zentrale Cloud gegeben werden müssen. Auf diese Weise können sensible Daten in den lokalen Systemen verbleiben und der Datenschutz wird gewährleistet. Die Entwicklung der Kern-IPs soll Fraunhofer-intern erfolgen, um eine breite Nutzung in der späteren Verwertung zu ermöglichen. Im Bereich der neuromorphen Bauelemente (Memristoren) bestehen bereits einige Fraunhofer-Patente. Für die Algorithmen und Software sollen vor allem verwertbare Bausteine und Plattformen entwickelt werden.

Die Arbeiten werden intern als Fraunhofer-Leitprojekt gefördert.

Nachhaltige medizinische Devices von der Rolle

Die europäischen Länder sehen sich angesichts der alternden Bevölkerung mit steigenden Gesundheitskosten konfrontiert. Gleichzeitig steigt der Bedarf an medizinischen Devices für Screening- und Monitoringfunktionen. Gerade in den letzten Jahren rückt zudem verstärkt der Nachhaltigkeitsaspekt in den Fokus: Medizinische Geräte und Tools sollen über die gesamte Wertschöpfungskette möglichst ressourcen- und umweltschonend sein und einen geringen ökologischen Fußabdruck hinterlassen.

Ziel des EU-Projekts SusFE (Sustainable Flexible Electronics) ist die Entwicklung einer nachhaltigen Design- und Produktionsplattform für eine neue Generation nachhaltiger und gleichzeitig kosteneffizienter medizinischer Wearables und diagnostischer Geräte. Neun europäische Partner aus Forschung und Industrie bündeln dazu ihre Kompetenzen, darunter auch das Fraunhofer EMFT.



Kontinuierliche Rolle-zu-Rolle-Verarbeitung elektronischer Folien

Das Konsortium unter Leitung von Medtronic Ibérica setzt auf eine Kombination aus nachhaltigen Materialien und Prozessen wie neuartige flexible integrierte Schaltkreise (FlexIC), gedruckte Sensoren, kompostierbare papierbasierte Energiequellen sowie eine Rolle-zu-Rolle (R2R) Fertigungsplattform für Devices zur Überwachung der Wundheilung, zur Eigenblutentnahme und für Point-of-Care-Geräte.

Unter anderem wollen die Partner im Rahmen des Projekts ein intelligentes Sensorpflaster zur Überwachung des Gesundheitszustands von Patienten entwickeln. Es besteht aus FlexICs, einer bioenzymatischen Brennstoffzelle und einer atmosphärischen Plasmabeschichtung von Biorezeptoren und soll im Rolle-zu-Rolle-Verfahren gefertigt werden. Daneben arbeitet das Team an der Untersuchung von Materialien und Definition von Verfahren zur Herstellung biologisch abbaubarer, gedruckter, textilintegrierter Multielektroden-Arrays.

Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Fraunhofer EMFT bringen schwerpunktmäßig ihre langjährige Kompetenz in der Herstellung flexibler Elektronik im R2R-Verfahren ein. Zu ihren Aufgaben zählen die Herstellung von Kupferverdrahtungssystemen auf Folien substraten sowie die modulare Integration von elektronischen Modulen, Sensor-Patches und Batterien.

Das Projekt wird durch das EU-Programm Horizon-RIA unter der Fördernummer 101070477 – SusFE gefördert.

Ressourcen- und umweltschonende Mikroelektronik-Produktion

Digitalisierung kann in vielen Bereichen durch intelligente Steuerung von Geräten, Anlagen, Prozessen und Netzen einen erheblichen Beitrag zur Energieeinsparung und damit zur Reduktion von CO₂-Emissionen leisten. Die Kehrseite der Medaille: Herstellung und Betrieb der elektronischen Devices gehen mit einem hohen Ressourceneinsatz und Energieverbrauch einher. Das Fraunhofer EMFT arbeitet an Optimierungsansätzen und innovativen Technologien für eine umwelt- und ressourcenschonend gestaltete Informations- und Kommunikationstechnik.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens Green ICT optimieren die Forschende des Fraunhofer EMFT Lithografie- und Ätzprozesse mit dem Ziel, Chemikalien- und Energieverbrauch zu reduzieren. Ebenso wird der Einsatz neuer Materialien erprobt, die kritische oder umweltschädliche Chemikalien ersetzen sollen, etwa bei Lösungsmitteln oder Reinigungsgasen. Darüber hinaus demonstriert das

Fraunhofer EMFT mit ihrer Abatement-Anlage, wie schädliche Emissionen des Reinraums in die Umgebung, z.B. durch Schadgase sowie toxische oder korrosive Stoffe der installierten Anlagen, deutlich reduziert werden können.

In einem weiteren Arbeitspaket untersuchen Forscherinnen und Forscher des Fraunhofer EMFT Prozesse und Materialien von gängigen Elektronikprodukten auf der Basis von LCA (life cycle assessment) auf ihr Nachhaltigkeitslevel. Kriterien wie Lebensdauer, Modularität, Recyclingfähigkeit und Wiederverwendung finden dabei genauso Berücksichtigung wie die künftige Verfügbarkeit und Kritikalität von Materialien.

Das Kompetenzzentrum Green ICT ist ein standortübergreifendes Forschungshaben der im Rahmen der Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland FMD kooperierenden Fraunhofer- und Leibniz-Institute und wird durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF unter der Fördernummer 16ME0492 gefördert.

Mehr Projekte

www.emft.fraunhofer.de/projekte



Mikropumpen

Die nanoliter-genaue Dosierung von Gasen und Flüssigkeiten ist ein zentrales und langjähriges Kompetenzfeld des Fraunhofer EMFT und deckt ein breites Anwendungsspektrum ab – von der Medizintechnik über Industrieanwendungen bis hin zur Consumerelektronik.

Piezoelektrisch angetriebene Mikropumpen sind das Herzstück von Mikrodosiersystemen. Das Team des Fraunhofer EMFT besitzt umfangreiche Kenntnisse und praktische Erfahrungswerte beim Design von Mikropumpen. Auf dieser Grundlage können die technologischen Parameter in Hinblick auf Dosiergenauigkeit, Gegendrucksteifigkeit, Baugröße, Energieverbrauch, Partikelresistenz, Blasentoleranz und »free flow«-Schutz anwendungsspezifisch auf die Anforderungen angepasst werden.

Das Fraunhofer EMFT verfügt über ein Portfolio an Silizium-, Edelstahl- und Titanmikropumpen, die für unterschiedliche Einsatzgebiete konzipiert sind. Ein Hauptfokus der F&E-Aktivitäten im Bereich der Siliziummikropumpen liegt in deren weiterer Miniaturisierung. Ziel ist es, dadurch die Herstellungskosten erheblich zu senken und damit den Zugang zu Massenmärkten zu erleichtern. Die derzeit mit Abmessungen von $3,5 \times 3,5 \times 0,6 \text{ mm}^3$ kleinste Siliziummikromembranpumpe der Welt wurde am Fraunhofer EMFT entwickelt. Im Bereich der Metallmikropumpen liegt ein Schwerpunkt derzeit auf dem Design der Pumpen und Ventile. Dabei kooperiert das Fraunhofer EMFT eng mit industriellen Partnerinnen und Partnern, die nach einem Technologietransfer die Komponenten selbst in hohen Stückzahlen herstellen sollen.

Neben den Mikropumpen selbst umfasst das F&E-Portfolio des Fraunhofer EMFT in diesem Kompetenzfeld auch unterschiedlichste Mikrodosierkomponenten, außerdem verfügt das Team über eine umfassende Systemkompetenz. Mikrodosiertechnik als Querschnittstechnologie erfordert vielseitige Kenntnisse, beispielsweise zu Strömungsmechanik, Elastomechanik, Elektrotechnik, Oberflächenphysik, Chemie und Phasenumwandlung. Das Verständnis der Wirkungszusammenhänge zwischen diesen Faktoren ist essentiell, um ein reibungsloses Zusammenspiel aller Komponenten in einem Mikrodosiersystem zu ermöglichen.

Mehrlagenverbindungen der Edelstahlmikropumpe

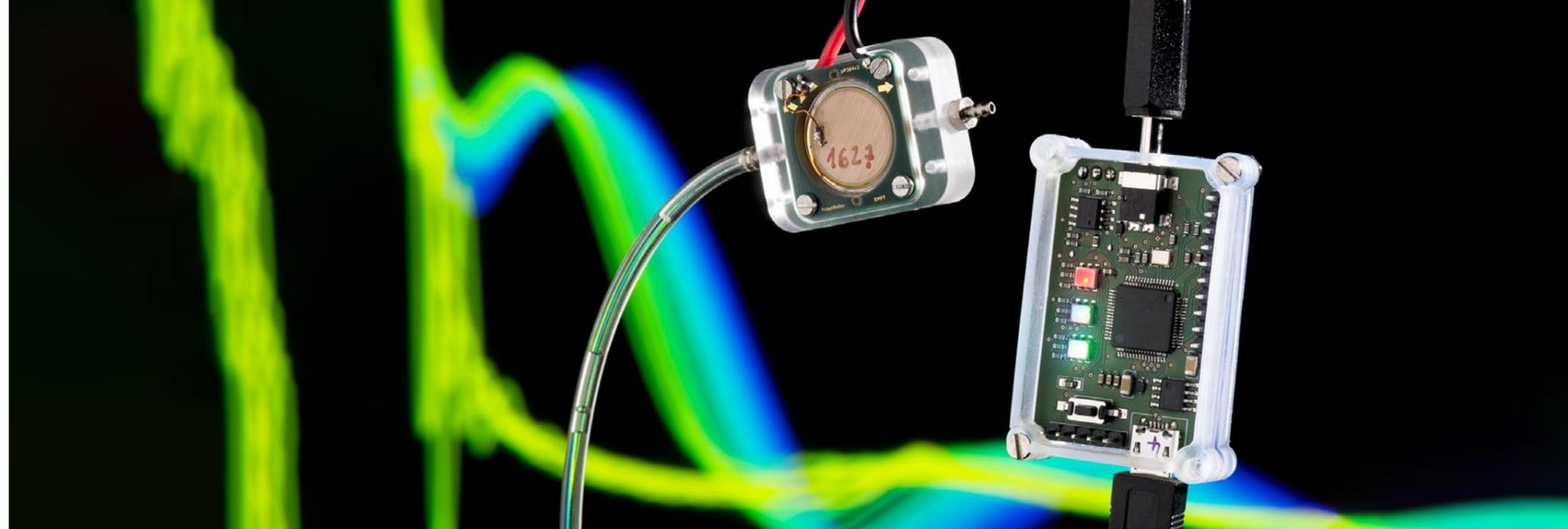
Mehr Infos

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



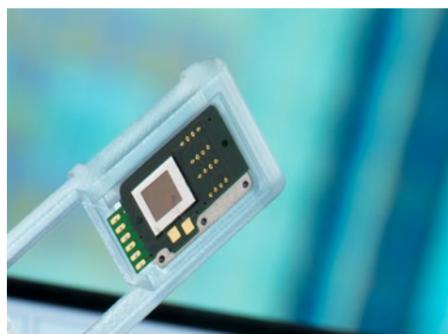
Projekte

Mikropumpen



Forschungsplattform zur optimierten Medikamentendosierung mit Mikropumpen

In Patientenbefragungen zur Insulindosierung schneiden Patchpumpen in punkto Komfort und Nutzendenfreundlichkeit deutlich besser ab als herkömmliche Insulinspritzen. Sie sind einfach in der Anwendung, angenehm zu tragen und müssen auch bei Sport, Duschen, etc. nicht abgenommen werden.



Winzige Silizium-Mikropumpen bieten großes Potenzial für medizinische Dosieraufgaben

Hinsichtlich Miniaturisierung, Dosiergenauigkeit, Gegendruckfähigkeit und Blasentoleranz eignen sich die am Fraunhofer EMFT entwickelten Mikropumpen ideal für den Einsatz in solchen Patchpumpen. Entscheidend für die tatsächliche Anwendung im Produkt ist jedoch noch ein weiterer Aspekt: Die

Wechselwirkungen zwischen Pumpe und dem Medium, das dosiert werden soll. Denn unterschiedliche Medien stellen ganz spezifische Anforderungen an die Pumpe.

Forscherinnen und Forscher des Fraunhofer EMFT haben die interne F&E-Plattform »Smartpump« ins Leben gerufen, um die Interaktion zwischen Mikropumpen und für die Medizintechnik relevanten Medien detaillierter zu untersuchen. Insulin etwa verursacht höhere Dosierschwankungen als zum Beispiel Wasser, weil sich auf Grund der höheren Oberflächenspannung stabilere Blasen bilden. Erfahrungen mit bereits existierenden Insulin-Patchpumpen bestätigen dies: So berichten manche Diabetespatienten von Problemen, ihren Blutzucker einzustellen, wenn sie eine Pumpe neu anbringen. Das deutet darauf hin, dass es eine Art Einlaufprozess gibt und sich die Dosierate in den ersten Stunden erst stabilisieren muss.

Ziel des Forschungsteams war es deshalb, ihre Mikropumpe ohne Einlaufen zu testen, um zu demonstrieren, dass hohe Genauigkeit von Anfang an erzielt werden kann. Dazu wurden die Insulingaben in einzelnen »Volumenpaketen« untersucht. Dabei können auch sehr kleine Flüssigkeitsmengen eingestellt werden, da die Mikropumpe durch ihre kleinen Abmaße eine sehr feine Abstufung des gewünschten Volumens ermöglicht. Durch Ein- und Ausschalten der elektrischen

Ansteuerung der Pumpe kann die Dosierdauer und damit die Paketgröße eingestellt werden. Das Team hat die Wiederholbarkeit mit Mikropumpen des Fraunhofer EMFT jeweils mit Wasser und Insulin und für drei verschiedene Paketgrößen getestet. Auch bei der kleinsten Menge von nur 0.5 mg konnten sie das Insulin mit dieser Vorgehensweise extrem genau dosieren – die Schwankung lag unter 4 %. Eine derart exakte Dosiergenauigkeit ist die Grundvoraussetzung dafür, in den Pumpen perspektivisch auch höher konzentriertes Insulin zu verwenden. Die Vorteile: Durch das geringere Volumen würde sich die Reservoirgröße bzw. die Größe des gesamten Patchpumpensystems weiter verringern. Damit würde sich der Patientenkomfort nochmals erhöhen.

Sensorarmband mit Mikropumpe zur autonomen Blutdruckmessung

Wearables, wie etwa Smartwatches, können schon heute Herzrhythmus, Puls und Sauerstoffsättigung im Blut messen oder »einfache« EKGs aufnehmen. Medizinprodukte sind solche Lifestyle-Tracker jedoch nicht. Denn dazu müssten sie zum einen über eine fundiert aufbereitete medizinische Datenbasis verfügen, die jedoch wissenschaftliche Studien mit einer statistisch relevanten Anzahl von Patientinnen unterschiedlicher Krankheitsbildern voraussetzt.

Gemeinsam mit Industriepartnern sowie Krankenhäusern und ambulanten Praxen arbeiten Forschende des Fraunhofer EMFT an Wearables mit integrierter Sensorik, die diese Ansprüche erfüllen. Zum einen werden dabei in Kooperation mit medizinischen Partnern relevante Datensätze zu Krankheitsbildern erhoben. Diese können als Basis für eine mobile medizinische Prophylaxe- und Diagnoseplattform genutzt werden.



Tragbare Blutdruckmessung mit Mikropumpen der Fraunhofer EMFT

Parallel dazu entwickelt das Team des Fraunhofer EMFT die entsprechenden Wearables – unter anderem ein Sensorarmband zur autonomen, kontinuierlichen Blutdruckmessung. Herzstück des Devices ist eine Mikropumpe, die Luft in ein integriertes flexibles Reservoir pumpt, welches dann auf die Arterien am Handgelenk drückt. Die systolischen und

Selbstüberwachung einer piezoelektrischen Mikropumpe: Detektion von Blasen durch Überwachung des Antriebssignals

diastolischen Blutdruckwerte werden mithilfe spezieller Auswertemethodik erfasst und auf dem Smartphone/ Tablet der ärztlichen Fachkraft dargestellt. Dazu arbeiten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an Machine Learning-Verfahren, welche auf die Datenbasis aus klinischen Studien zurückgreifen und anhand derer in den gemessenen Werten Indikatoren für bestimmte Krankheiten erkennen.

Perspektivisch soll auf diese Weise eine Diagnoseplattform für komplexere Erkrankungen wie etwa Sepsis, Herzrhythmusstörung, Schlaganfall oder auch Druckwunden entstehen.

Technologieplattform für innovative medizinische Geräte

Wie kann es gelingen, den stetig steigenden Kosten im Gesundheitswesen entgegenzuwirken und gleichzeitig eine bestmögliche Versorgung von Patientinnen und Patienten zu gewährleisten? Dieser Herausforderung stellen sich Forschende aus 66 Unternehmen, Universitäten und Instituten aus 12 europäischen Ländern im gemeinsamen Projekt Moore4Medical.



Dosierchip, Si-Mikropumpe und Strömungssensor

Die Partner wollen mit der Bündelung ihrer Kompetenzen die Entwicklung innovativer medizinischer Geräte beschleunigen. Der Fokus liegt darauf, die Notwendigkeit von Krankenhausaufenthalten zu reduzieren, personalisierte Therapieansätze zu unterstützen und intelligente Point-of-Care-Diagnosetools zu realisieren.

Das Fraunhofer EMFT bringt seine Expertise im Bereich Mikrodosiersysteme und Pumpendesign in das Vorhaben ein. So soll im Rahmen des Projekts ein Chipkasten zur Züchtung von Zellkulturen realisiert werden. Eine integrierte Mikropumpe sorgt dabei für einen konstanten Fluss im Kulturmedium und damit für eine optimale Nährstoffversorgung der Zellkulturen. Außerdem arbeiten die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler an einem Autoinjektor für monoklonale Antikörper mit, der im Bereich von Autoimmunerkrankungen eingesetzt werden soll. Die intelligente Mikropumpensteuerung ermöglicht dabei eine exakte, aktive Dosierung des Medikaments.

Das Projekt wird durch das Programm ECSEL JU in Zusammenarbeit mit dem H2020-Rahmenprogramm der Europäischen Union und nationalen Behörden unter dem Förderkennzeichen H2020-ECSEL-2019-IA-876190 gefördert.

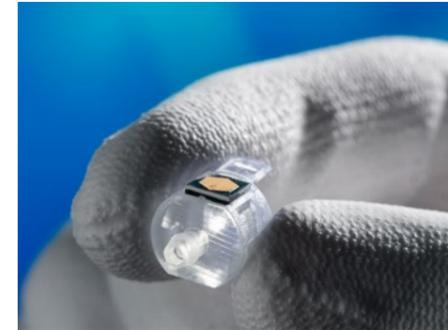
Ammoniak-Gassensormodul für den Einsatz in Tierhaltungsanlagen

Für Bayern hat der Agrarsektor mit rund 121 Milliarden Euro Umsatz pro Jahr eine wesentliche wirtschaftliche Bedeutung. Allerdings kommt es durch die unterschiedlichen Interessen mit den wirtschaftlichen Zielen der Landwirte und den nachhaltigen Zielen der Umwelt- und Tierschutz-Initiativen immer wieder zu Konflikten. Besonders die Emission von Ammoniakgasen führt hierbei zu gesellschaftlichen Diskussionen.

Ein konstantes Monitoring der Emissionen könnte dazu beitragen, die Debatte zu versachlichen. Die bislang am Markt verfügbaren Messsysteme sind zwar kostengünstig, aber rein passiv: In der Regel handelt es sich dabei um Messdosen mit Sensor, die über die Anlage verteilt und in regelmäßigen Abständen ausgewertet werden. Für hochwertigere, aktive Alternativen müssten die Landwirte in sehr teure, optische Messsysteme investieren.

Forschende des Fraunhofer EMFT arbeiten gemeinsam mit dem bayerischen Start-up EC Sense, der TU Danzig sowie dem polnischen KmU issrfid im Projekt i-MAGS an einer Lösung für eine preiswerte, aktive, dezentrale,

sofortige Messung von umwelt- und tier-schädlichen Ammoniak-Gasen in Tierhaltungsanlagen mit Hilfe eines miniaturisierten Ammoniak-Gassensormoduls.



Hochintegriertes Gassensormodul: Mikropumpenmodul

Um die Ansprechzeit des Sensors signifikant zu verbessern, wurde in das Ammoniak-Gassensormodul eine Mikropumpe integriert,

welche die Luft aus der Umgebung aktiv zum Sensor führt. Diese Kombination ermöglicht es, absolute Gaskonzentrationen im ppb-Bereich innerhalb weniger Sekunden sehr kostengünstig zu messen. Das Sensor-modul mit integrierter Mikropumpe haben das Fraunhofer EMFT und EC Sense bereits im Vorgängerprojekt MIAGS entwickelt. Die polnischen Kooperationspartner kümmern sich im aktuellen Vorhaben nun darum, diese Sensormodule in ein IOT-Netzwerk zum Monitoring der Ammoniakkonzentration in großen Schweineställen einzubinden.

Das Vorhaben wird durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF; Vertrag Nr. 01DS22002A) sowie das Nationale Zentrum für Forschung und Entwicklung (NCBR; Vertrag Nr. WPN/4/66/i-MAGS/2022) im Rahmen der 4. polnisch-deutschen Ausschreibung im Bereich der digitalen Grünen Technologie gefördert.

Mehr Projekte

www.emft.fraunhofer.de/projekte



Sichere Elektronik

Internet of Things, Industrie 4.0, Big Data – ohne Frage hat die Digitalisierung in nahezu allen Bereichen des täglichen Lebens Einzug gehalten. Als »Infrastruktur« dieser vernetzten Welt benötigt man sichere elektronische Systeme. Das Wort »sicher« hat dabei verschiedene Facetten.

Zum einen müssen vor allem in sensiblen Einsatzbereichen, wie der Medizintechnik, Automobilindustrie und Luft- und Raumfahrttechnologie, elektronische Systeme zu hundert Prozent zuverlässig – im Sinne von ausfallsicher – funktionieren. Das Fraunhofer EMFT verfolgt in seinen F&E-Aktivitäten das Ziel, so genannte »Zero-Defect-Systeme« zu ermöglichen. Schwerpunkte sind dabei Ausfallanalysen und Charakterisierung elektronischer Baugruppen und Systeme, die Entwicklung neuartiger ESD Test- und Schutzkonzepte sowie das Monitoring elektrischer Verbindungen mithilfe »intelligenter« Stecker.

Der zweite Aspekt von »Sicherheit«, der im Zeitalter der Digitalisierung immer mehr an Bedeutung gewinnt, ist der Schutz elektronischer Systeme vor Manipulation und ungewolltem Zugriff. Nur wenn die Sicherheit von Daten gewährleistet ist, werden Internet of Things (IoT)-Anwendungen auf breite Nutzerakzeptanz stoßen. Doch zum Schutz sensibler Daten in elektronischen Systemen, z.B. im Umfeld von Banking, Smart Grid / Smart Metering, beim Umgang mit Patientendaten oder dem Betrieb kritischer Infrastrukturen, reichen softwarebasierte Lösungen oft nicht mehr aus. Das Fraunhofer EMFT arbeitet mit Partnerinnen und Kunden an neuartigen Schutzkonzepten auf Hardwareebene, z.B. auf Basis sogenannter Physical Unclonable Functions (PUF).

Im dritten Aspekt von »Sicherheit« sollen elektronische Systeme auch die Sicherheit von Menschen erhöhen, beispielsweise im Arbeitsschutz, in medizinischen Anwendungen oder im Bereich des Ambient Assisted Living. Die Lösungen des Fraunhofer EMFT leisten in verschiedenen Anwendungsbereichen einen Beitrag zur persönlichen Sicherheit der Anwenderinnen. Im Bereich Medizintechnik etwa sorgen die Mikrodosierkomponenten und -systeme des Fraunhofer EMFT dafür, dass Lösungen zur Medikamentendosierung zuverlässig funktionieren. Im Bereich Arbeitssicherheit können die Sensorlösungen des Fraunhofer EMFT für eine Detektion von gefährlichen Substanzen in der Umgebung eingesetzt werden.

ESD Systemtest mit breitbandiger Messung des Sekundärentladungsstroms

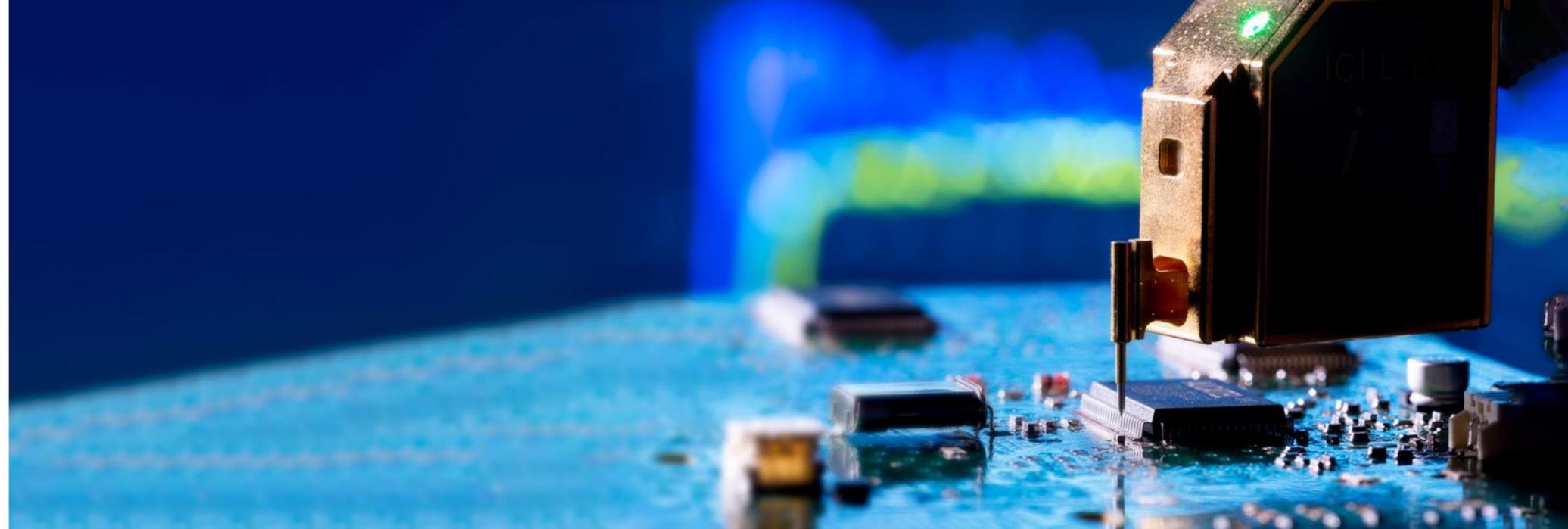
Mehr Infos

[www.emft.fraunhofer.de/
sichere-elektronik](http://www.emft.fraunhofer.de/sichere-elektronik)



Projekte

Sichere Elektronik



Hardware-Trojaner zuverlässig detektieren

Vor allem in Bereichen, in denen personenbezogene oder sicherheitskritische Daten verarbeitet werden – etwa in der Medizintechnik, beim autonomen Fahren oder bei kritischen Infrastrukturen – werden im Zuge der Digitalisierung vertrauenswürdige elektronische IKT-Komponenten und -Systeme immer wichtiger.



© MEV-Verlag

Forschende des Fraunhofer EMFT haben bei diesem Thema vor allem die Hardware-Ebene im Blick:

In den durch das BMBF geförderten Projekten SyPASS (Förderkennzeichen: 16KIS0669) und RESEC (Förderkennzeichen: 16KIS1008) entwickeln die Infineon AG, die Raith GmbH, die TU München und das Fraunhofer EMFT

zusammen Methoden, um höchstintegrierte Sicherheitsschaltungen zurückzupräparieren und Layoutinformationen zurückzugewinnen. Durch einen Vergleich mit Entwurfsdaten sollen Hardware Trojaner zuverlässig erkannt werden. Strukturen und Schichtdicken von wenigen 10 nm bei der Präparation, die Stabilität der rasterelektronenmikroskopischen Abbildung und schließlich die Synthese und Analyse riesiger Datenmengen sind die besonderen Herausforderungen des Projektes. Hierbei werden zunehmend auch Methoden der KI angewendet.

Technische Voraussetzungen für diese Projekte sind Systeme zur nanoskaligen Präparation und Analyse, welche vor allem durch das vom BMBF geförderte Projekt Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland FMD (Förderkennzeichen: 16FMD01K) beschafft werden konnten. Sowie ein im Rahmen von SyPASS aufgebautes nach Common Criteria EAL6 zertifiziertes Sicherheitslabor, um auch nach der höchsten Stufe klassifizierte Sicherheitsbausteine untersuchen zu können. Das von der Fraunhofer-Gesellschaft im Rahmen der COVID InnoPush Initiative 2020 finanzierte Projekt TRAICT hat eine erfolgreiche synergetische Vernetzung mehrerer Fraunhofer Institute ermöglicht, um am Beispiel eines aktuellen 5G-Routers mit zentralem 7 nm CMOS Baustein verschiedene Analysemethoden zu demonstrieren. Das Analysethema wurde in TRAICT vom Fraunhofer EMFT

koordiniert. Verbundübergreifende Anschlussprojekte wurden in Aussicht gestellt, um das komplexe Thema nachhaltig zu adressieren und „Vertrauenswürdige Elektronik“ auch in einem internationalen Umfeld bei wachsenden technologischen Herausforderungen bereitstellen zu können.

Design- und Testmethodik für robuste und zuverlässige Hochleistungs-ICs

Anwendungen in Zukunftsbereichen, wie dem autonomen Fahren, Robotik und Industrie 4.0, verlangen nach leistungsfähigen IC-Komponenten für die Datenverarbeitung und -übertragung. Um die hohen Anforderungen an Zuverlässigkeit und Robustheit zu gewährleisten, werden bislang meist applikationsspezifisch entwickelte Microcontroller oder Bausteine älterer Fertigungsgenerationen eingesetzt – was allerdings zu einer verminderten Leistungsfähigkeit dieser Systeme gegenüber Mobilfunk- oder Rechnersystemen führt, die Modems und CPUs der neuesten Fertigungsgeneration verwenden und eine um Größenordnungen höhere Datenrate verarbeiten können.

Hier setzt das Projekt ROBUSTNE an: Forschende des Fraunhofer EMFT arbeiten gemeinsam mit TU München und Intel daran, die Robustheit und Zuverlässigkeit leistungsfähiger Hochvolumenbausteine gezielt an

kritischen Stellen anzupassen. Am Beispiel eines aktuellen 4G/5G Modemmoduls soll der Ansatz für eine effiziente Entwicklungsmethode erarbeitet werden, die es erlaubt, hochperformante Halbleiterkomponenten aus dem kostensensitiven Consumerbereich für hochzuverlässige Industrieanwendungen der Industrie 4.0 ohne teures, vollständiges Neudesign verwendbar zu machen.



Stresstest zur Evaluation der Robustheit von Systemen

Das Forschungsteam des Fraunhofer EMFT bringt seine Expertise im Bereich Analyse und Test in das Vorhaben ein. Die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler entwickeln dazu Testmethoden für Module und IC Bausteine, welche die für die Belastungen in der Anwendung relevanten Impulsparameter identifizieren und dazu dienen, elektrische wie thermische Parameter für die Modellierung

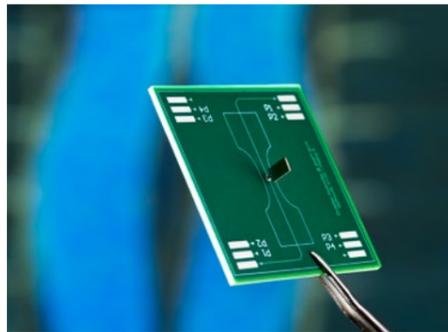
Sonde zur Injektion von Stressimpulsen

und Simulation der Funktion und Alterung von Bauelementen durch geeignete Messungen zu extrahieren.

Das Vorhaben wird durch das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie gefördert (Förderkennzeichen ESB-1909-0003// ESB091/002).

Die Qualität von Einpresskontakten auf Herz und Nieren prüfen

Elektromobilität gilt als wichtiger Baustein, um den Individualverkehr klima- und ressourcenschonender zu gestalten. Essenziell für die Akzeptanz sind nicht nur Kosten und Fahrkomfort, sondern vor allem auch der Sicherheitsaspekt: Die Daten- und Leistungsübertragung im Fahrzeug muss absolut zuverlässig funktionieren. Insbesondere Kontaktverschlechterungen stellen eine schwer kontrollierbare Herausforderung für die Anschlussysteme der Leistungsübertragung von Fahrzeugen dar.



Untersuchung und Simulation des Schadensverhaltens von Einpressverbindungen infolge mechanischer und thermischer Belastungen

Die Einpresstechnik stellt eine innovative Verbindungsmethode dar, die aufgrund ihrer hohen Zuverlässigkeit und Robustheit insbesondere für sicherheitsrelevante Fügestellen geeignet ist. Ein weiterer Vorteil: Die Methode ist wesentlich umweltfreundlicher als die bisher meist eingesetzte Löttechnik.

Im Rahmen des Projekts ProPin entwickeln Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des Fraunhofer EMFT eine innovative Messmethode, mit der die Güte von Einpresskontakten

unter mechanischer und thermischer Belastung ermittelt wird. Mit Hilfe eines Vorhersagemodells soll ein Zusammenhang zwischen leicht zugänglichen Material-/Prozessdaten und der Zuverlässigkeit der Verbindung bestimmt werden. Dieses Vorhaben soll KMUs und Start-ups den Einstieg in neue Anwendungsfelder ermöglichen, indem Entwicklungs- und Qualifizierungsaufwand signifikant reduziert werden.

Das Fraunhofer EMFT wird damit zum einzigen Anbieter einer umfassenden Methode zur Vorhersage und Validierung der Güte von Einpressverbindungen. Nach Abschluss des Vorhabens soll die neuartige Technologie KMUs als Forschungsdienstleistung bereitgestellt werden.

Das Projekt wird intern durch die Fraunhofer-Gesellschaft gefördert.

Industrieroboter mit radarbasiertem Kollisionsschutz

Bei modernen PKWs ist das Prinzip bereits Stand der Technik: Radarsensoren, die Alarm schlagen, wenn sich das Fahrzeug auf ein Hindernis zubewegt. Ein derartiger Kollisionsschutz ist auch in der Produktion der Zukunft – Smart Factories, in denen intelligente Industrieroboter bei immer mehr Arbeitsschritten komplett autonom agieren sollen – unabdingbar, um die Zusammenarbeit zwischen Mensch und Maschine sicher zu gestalten.

Im Projekt RoboMove entwickelt das Fraunhofer EMFT gemeinsam mit dem Roboterhersteller KUKA sowie der InnoSenT GmbH eine intelligente 3D-Abstandsmessung und Hindernisdetektion an Roboterarmen in Bewegung. Dabei soll ein hochintegriertes Radarsystem mit intelligenter 3D Umfelderkennung und Nahbereichsdetektion entstehen, das eine zuverlässige Detektion auch in dynamischen Einsatzgebieten ermöglicht. Die Herausforderung ist, während der Bewegung des Roboterarms bei plötzlichen Veränderungen im Umfeld eine sichere, automatisierte Ausführung der Arbeitsschritte der Maschine zu gewährleisten. Bevorstehende Kollisionen mit Arbeitenden oder Hindernissen durch den Roboter muss das System rechtzeitig und

korrekt erkennen, um eine Reaktion wie ausweichen oder einen Not-Halt zu ermöglichen.

Für die Umsetzung der Umfeld-Charakterisierung zur Steuerung und Absicherung von Industrie-Robotern sollen neuste Technologien und Machine-Learning-Methoden zum Einsatz kommen. Im Vorhaben soll am Fraunhofer EMFT die Objekterkennung anhand der vom Radar zurückgelieferten Zielliste untersucht und optimiert werden, damit nicht nur der Abstand zu einem Hindernis erkannt wird, sondern auch, um welches Objekt es sich handelt. Um die Radarmodule optimal auf Roboterarme anbringen zu können, soll die komplette Radar-Sensorik zudem auf biege- und dehnbare Folien integriert werden. Hier stellt das Fraunhofer EMFT sein umfangreiches Know-how im Bereich der Flexiblen Elektronik zur Verfügung.



© Pugun & Photo Studio - stock.adobe.com

Das Projekt wird vom Bayerischen Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie innerhalb der Förderlinie »Digitalisierung – Elektronische Systeme« unter dem Förderkennzeichen DIE 0130 gefördert.

Mehr Projekte

www.emft.fraunhofer.de/projekte



Sensordlösungen

Als »Sinnesorgane von Dingen« spielen Sensoren eine Schlüsselrolle für zukünftige Anwendungen im Bereich Internet of Things (IoT). Doch so vielseitig die Einsatzmöglichkeiten, so komplex und gleichzeitig spezifisch sind oft die Anforderungen, die unterschiedliche Anwendungsfälle an die kleinen elektronischen Helfer stellen. Marktübliche Standardlösungen können diese breite Palette an Bedürfnissen in vielen Fällen nicht mehr abdecken.

Ein Forschungsschwerpunkt des Fraunhofer EMFT sind Sensordlösungen, die individuell auf die Bedürfnisse und Anforderungen unserer Kundinnen und Kunden maßgeschneidert werden. Mit ihrem breiten technologischen Know-how entwickeln die Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen des Fraunhofer EMFT neuartige, leistungsstarke Sensoren, konzipieren robuste, sichere und schnelle Sensornetze und schaffen Systemlösungen, die ein perfektes Zusammenspiel der Sensorik mit ihrer Umgebung ermöglichen. Dabei werden Eigenentwicklungen auch mit bereits bestehenden Lösungen kombiniert.

F&E-Schwerpunkte des Fraunhofer EMFT sind:

- Energieeffiziente Sensoren
- Sensorik auf flexiblen Substraten
- Chemische Sensorik / Gassensorik
- Biosensorik
- Zellbasierte Sensorik
- Charakterisierung und Validierung
- Kombi-Sensorsysteme
- Sensorsysteme mit Machine-Learning Unterstützung

Mehr Infos

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



Sensormaterialien für kombinierte Inline-Messungen

Projekte

Sensorlösungen



Künstliche Intelligenz (KI) im Sensorknoten

Die Auswertung von Sensordaten findet heute in der Regel in der Cloud statt. Durch die fortschreitende Digitalisierung wächst die Menge an erfassten und auszuwertenden Sensordaten jedoch rapide an. Selbst moderne Mobilfunknetze und drahtgebundene Kommunikationsnetze werden in absehbarer Zeit von der Übertragung solch immenser Datenmengen überfordert sein. Gleichzeitig steigen die Anforderungen an Datensicherheit und -schutz. Ein Verbleib der Rohdaten in der Edge ist eine vielversprechende Möglichkeit, sowohl die Datenmengen zu reduzieren als auch die Datensicherheit zu erhöhen.

Im Projekt KIS arbeiten Forschende des Fraunhofer EMFT daher daran, Sensoren und Aktoren mit KI auszustatten. Ziel ist es, bereits in der Edge eine intelligente (Vor-)Verarbeitung und Verdichtung von Daten vornehmen zu können. Dazu werden zunächst verschiedene Verfahren untersucht, die es erlauben, Machine Learning (ML) Modelle derart zu trainieren, dass sie in einem intelligenten Sensorknoten ausgeführt werden können. Weiterhin wird das Forschungsteam eine intelligente Umweltmessstation konzeptionieren und entwickeln. Diese soll z.B. auf dem Fraunhofer EMFT-Dach installiert werden, um dort die Umwelteinflüsse von Verkehr und Industrieanlagen im Stadtgebiet von München zu monitoren. Die

Messstation dient im Vorhaben zum einen als Lieferant von Messdaten, bei dem Daten geeignet erhoben werden, damit sie für ein Training von ML-Modellen genutzt werden können und zum anderen als Vehikel, um im Sensorknoten integrierte ML-Modelle zu untersuchen und zu testen.



KI im Sensorknoten: Embedded Tiny Machine Learning Plattform

Um die Übertragbarkeit der gewonnenen Erkenntnisse zu evaluieren, soll ein zweiter Transfer-Demonstrator zur KI-gesteuerten Mikro-Dosierung entwickelt werden. Zusätzlich werden zusammen mit der Industrie weitere Transfer-Demonstratoren definiert, um die entwickelten Methoden zu demonstrieren.

Das Projekt wird durch das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie gefördert.

Onplant Sensorik: Am Puls der Pflanze

Eine optimale Nährstoff- und Wasserversorgung ist der Schlüssel zu vitalen und ertragreichen Nutzpflanzen. Dementsprechend sind stetig aktualisierte Kenntnisse über den Nährstoff- und Wassergehalt des Bodens und der Nutzpflanzen sowie möglichen Schädlingsbefall von großer Bedeutung für Landwirte, denn sie bilden die Grundlage für eine bedarfsgerechte Bewässerung und Düngung der Felder. Mit den heute gängigen Methoden lässt sich zwar die Bodenfruchtbarkeit gut messen, diese ist jedoch nicht gleichzusetzen mit der Vitalität der Pflanze, da hier vor allem die Wechselwirkungen zwischen dem Boden und der Nutzpflanze eine wesentliche Rolle spielen.

Im Rahmen ihrer Forschungsaktivitäten im Bereich Smart Farming verfolgen Forschende des Fraunhofer EMFT in Kooperation mit der Tel Aviv University (TAU) einen komplett neuen Ansatz, um das »Innenleben« von Nutzpflanzen besser zu verstehen: Mit Hilfe eines speziellen Druckverfahrens bringen sie Sensoren direkt auf die Pflanzen auf, um deren Vitaldaten zu erfassen.

Wird ein Sensor an der Unterseite eines Blattes angebracht, können auf diese Weise Stoffwechselforgänge an den Stomata – Spaltöffnungen der Epidermis der Pflanze

– beobachtet werden. Gase, die in geringen Mengen durch die Stomata abgegeben werden, sind dann möglicherweise messbar. Für die Bestimmung und Messung der Moleküle in den Blättern kann sich das Team auf vorangegangene Forschungsarbeiten der TAU stützen.



Sensoren auf Basis organischer Halbleiter zur Überwachung der Vitalität von Pflanzen und als Indikatoren für parasitären Befall

Perspektivisch soll die Methode neben der Nährstoffdetektion und der Bestimmung des Wassergehalts auch die frühzeitige Erkennung von Schädlingsbefall ermöglichen. Zudem wollen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler den Zusammenhang zwischen den gemessenen Boden- und Pflanzendaten detaillierter untersuchen, um ein effizientes Vorhersagemodell auf Basis leicht zugänglicher Daten zu entwickeln.

Machine Learning Methoden für die Qualitätsbewertung und dem prädiktiven Austausch von Schmierölen

Das Vorhaben wird durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung sowie das Bayerische Wirtschaftsministerium im Rahmen des Fraunhofer Zentrums für biogene Wertschöpfung und Smart Farming BWSF gefördert.

KI basierte prädiktive Wartung für Anlagen in der Fertigung

Ziel einer prädikativen oder vorausschauenden Wartung ist es, Betriebsmittel proaktiv und vorausschauend instand zu halten. Auf diese Weise sollen Störungszeiten und Wartungsaufwand auf ein Minimum reduziert werden. Forschende des Fraunhofer EMFT erproben neue Konzepte, um mit Methoden des Maschinellen Lernens auch extrem heterogene Daten effizient verarbeiten und exakte Wartungsvorhersagen für Fertigungsanlagen treffen zu können.



Entwicklung einer Machine Learning-basierten prädiktiven Wartungslösung für Anlagen in der Fertigung

Grundlegende Technologien für die prädikative Wartung sind vernetzte Sensorknoten und eine zentrale Datenablage, weshalb das Thema eng mit den Technologietrends Internet der Dinge (IIoT) sowie Industrie 4.0 verknüpft ist. Ein Modell, das durch Machine Learning mit den zentral abgelegten Daten trainiert wurde, kann später auch an den dezentralen Knoten zur Datenauswertung herangezogen werden.

Im Projekt KIWA kombiniert ein Forschungsteam des Fraunhofer EMFT die Sensordaten einer Fertigungsanlage mit weiteren, externen Sensoren, um zusätzliche relevante Kennwerte

wie z.B. die Vibration eines Antriebs zu generieren. Kritische Anlagenteile werden dann im Betrieb überwacht und zum Prozessablauf korreliert. Anwendungsbeispiel sind dabei Anlagen des Projektpartners Mühlbauer: Dort werden zusätzliche, externe Sensoren wie z.B. Vibrationssensoren bzw. Sensorsysteme zur genauen Messung weiterer Parameter für eine exakte Erfassung der zeitlichen Abläufe installiert, um Wartungen bzw. den Austausch von Antriebssystemen und Anlagenkomponenten der Fertigungsanlage zu präzisieren. Aus den erhobenen Daten soll auf den aktuellen Betriebszustand geschlossen und Vorhersagen zur weiteren Lebenszeit bzw. notwendigen Wartungsanforderungen gemacht werden.

Während klassische Fragestellungen des Condition Monitorings und der Predictive Maintenance meist auf unimodalen Daten, häufig sogar auf eindimensionalen Daten konstanter Taktfrequenz operieren, liegt die Herausforderung in diesem Vorhaben bei der Auswahl und Verarbeitung von extrem heterogenen Daten aus unterschiedlichsten Quellen mit Taktraten im Bereich von wenigen Hertz bis ca. 50 kHz mit Hilfe von Methoden des Maschinellen Lernens. Die derzeit vorherrschende präventive Wartung könnte durch die zu erwartenden Ergebnisse in Zukunft durch ein prädiktives Wartungsmanagement ersetzt werden.

Neben dem Fraunhofer EMFT und der Mühlbauer Group sind die Procon IT sowie die Hochschule München an dem Vorhaben beteiligt. Das Projekt wird durch das Bayerische Staatsministerium für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie unter der Kennnummer DIE0147 gefördert.

Entwicklung eines analogen Beschleunigers für Inferenz in der Edge

Edge Computing gilt als Schlüssel für neue IoT-Anwendungen. Um grundlegende künstliche Intelligenz für zukünftige Edge-Produkte zu schaffen, arbeiten Fraunhofer EMFT-Forschende gemeinsam mit dem Fraunhofer IIS sowie dem Fraunhofer IPMS im Rahmen des EU-Projekt ANDANTE an der Entwicklung innovativer Mixed-Signal-Beschleuniger für künstliche neuronale Netze (ANN) mit

Computation-in-Memory (CIM) Fähigkeit. Diese sollen den Aufbau solider Hardware- und Softwareplattformen zur Entwicklung von KI-Anwendungen ermöglichen.

Die daraus resultierenden IoT-Geräte sollen hervorragende Energieeffizienz mit robusten neuromorphen Rechenkapazitäten verbinden. Durch einen effizienten Austausch zwischen bedeutenden europäischen Fertigungsanlagen, Firmen für Chip Design, Systemhäusern, Anwendungsentwicklungsunternehmen und Forschungspartnern wird das Projekt das europäische Ökosystem rund um die Definition, Entwicklung, Herstellung und Anwendung neuromorpher integrierter Schaltkreise auf- und ausbauen.

Das Fraunhofer EMFT bringt ihre Studien über KI-Bausteine, Methoden und Werkzeuge für die Schaffung einer flexiblen und dennoch effizienten Mixed-Signal ANN-Schaltungsarchitektur in die Projektarbeiten mit ein. Darüber hinaus entwickeln die Münchner Forscherinnen und Forscher Werkzeuge, welche eine ressourcenbewusste Planung eines ANN-Modells für die verfügbare Hardware in den Edge-Produkten unterstützen. Der Fokus liegt

dabei auf den Aspekten Rechengenauigkeit, Datendurchsatz und Leistungskompromisse. Weiterhin werden am Fraunhofer EMFT verschiedene Schaltungsblöcke für neuronale Netzwerke entwickelt, wobei der Schwerpunkt auf der hohen Konfigurierbarkeit und dem geringen Stromverbrauch liegt.



© Shutterstock

Das Gesamtvorhaben wird im Rahmen der europäischen ECSEL-Initiative unter dem Förderkennzeichen 876925, das Teilvorhaben zusätzlich durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung BMBF unter der Fördernummer 16MEE0117 gefördert.

Mehr Projekte

www.emft.fraunhofer.de/projekte



Highlights und wissenschaftliche Aktivitäten

Als anwendungsorientiertes Forschungsinstitut ist wissenschaftliche Exzellenz ein zentrales Qualitätsversprechen für unsere Forschungsaktivitäten und -kooperationen. Auf den nächsten Seiten erhalten Sie einen Überblick der im Jahr 2022 erlangten

- Bachelor- sowie Masterarbeiten
- Promotionen
- Vorträge
- Veröffentlichungen und
- Patente.

Zuallererst geben wir Ihnen jedoch noch einen kleinen Einblick in unsere Highlights aus dem vergangenen Jahr!

Nachwuchswissenschaftler nimmt das Plug & Learn Lötmobil ganz genau unter die Lupe



Highlights

The Roofs Festival 2022

Ein Festival? Cool! Im Sommer? Noch besser! In München? Da samma dabei! Durch die Pandemie kam es zu einer nicht enden wollenden Durststrecke an abgesagten Veranstaltungen. Deshalb waren wir auch sofort »on fire«, als im Rahmen der European Championships die Idee eines eigenen Fraunhofer Technology Roofs im Olympiapark München aufkam. Bei herrlichstem Sonnenschein und inmitten Tausender gutgelaunter Besucher war es im August dann endlich soweit. Gemeinsam mit der Fraunhofer-Gesellschaft, dem Leistungszentrum »Sichere intelligente Systeme« (LZSiS) und vielen anderen Fraunhofer-Instituten haben wir das Technology Roof mit Forschung und Wissenschaft gefüllt. Für das Fraunhofer EMFT waren Frank Ansorge und sein Team vom Standort Oberpfaffenhofen vor Ort: Sie stellten ihre Remote-Schulungen mit dem Plug & Learn Lötmobil vor.

Wie das geht? Mit einer Prise Augmented Reality (AR). Dadurch werden eine virtuelle Lernumgebung und Interaktion ermöglicht, die nicht nur in Krisenzeiten von großem Vorteil sind. Ursprung des Ganzen war der Wunsch nach einer geeigneten Alternative zu den Präsenzs Schulungen im Zentrum für Verbindungstechnik in der Elektronik ZVE in Oberpfaffenhofen. Mit der Lötstation auf vier Rädern konnte das realisiert werden, denn sie lässt sich per Plug&Play direkt bei Kundinnen und Kunden in Betrieb nehmen. Fest installierte Kameras ermöglichen eine ideale Interaktion zwischen dem ZVE-Trainingspersonal und Schulungsteilnehmenden. Davon konnten sich nun auch die Festival-Besuchenden überzeugen: An unserem Stand durften Jung und Alt eigene Handgriffe in der elektrischen Verbindungstechnik durchführen, d.h. Löten und Crimpen mit AR. Und auch für die Kleinsten hatte das



Das Technology Roof der Fraunhofer-Gesellschaft

Team vorgesorgt: AR-Brillen mit lustigen 3D Spielen, denn mit der Karriere-Akquise kann bekanntlich nicht früh genug begonnen werden.

Unser persönliches i-Tüpfelchen am Ende: Eine Umfrage im Technology Roof hat ergeben, dass unser Stand am besten bei den Besucherinnen und Besuchern ankam. Das Roofs Festival war also ein voller Erfolg! Oder wie man auch sagen könnte: Da war ma dabei, das war priiima ...

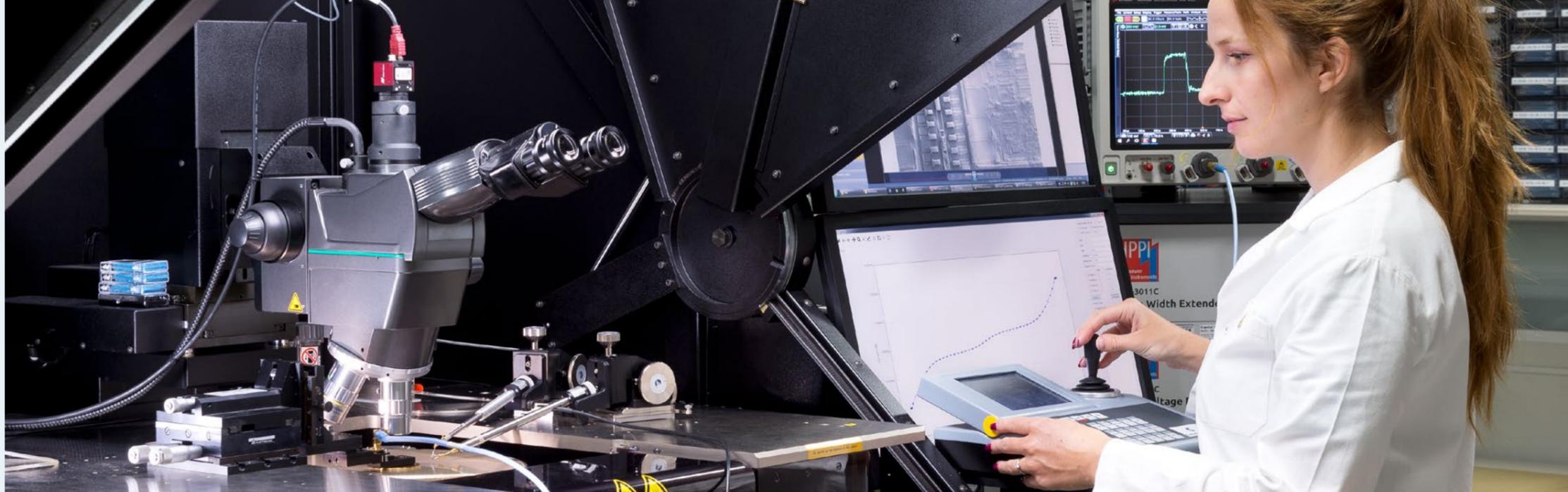
—> Mehr zum Schulungszentrum ZVE und dem Lötmobil ab Seite 48

Mission DressMAN

Superman? Batman? Das LZSiS hat seinen ganz eigenen Superhelden: den DressMAN! Und der war im Dezember »on Tour« in seiner Heimatstadt. Seine Mission: die Luftqualität an verschiedenen Standorten in München zu überprüfen. Auf seiner Route lagen das Werksviertel und ein ALDI SÜD. Was nach einem Superhelden klingt, ist in Wahrheit aber ein Projekt des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik, kurz IBP, um den thermischen Komfort zu erforschen. Der DressMAN lässt sich vielseitig einsetzen und untersucht mit bis zu 60 Sensoren unterschiedliche physikalische Signale in verschiedenen Situationen. Er sorgt dafür, dass wir uns wohlfühlen, egal ob zu Hause, bei der Arbeit oder unterwegs. Er analysiert unseren Alltag oder begibt sich für uns in Extremsituationen, um unser Leben angenehmer und sicherer zu machen – ein echter Superheld eben. Im Rahmen der Aktionswoche – ausgerichtet vom Leistungszentrums »Sichere intelligente Systeme« (LZSiS), Fraunhofer EMFT, Fraunhofer IBP und Fraunhofer IVV – konnte er nun also in voller Aktion bestaunt werden und die Forschenden beantworteten den Münchnerinnen und Münchnern alle Fragen zum Thema Sensorik vor Ort. Der DressMAN, ein Superheld zum Anfassen ... —> Mehr zum LZSiS und dem DressMAN ab Seite 54



DressMAN kauft Semmeln im ALDI Süd; © LZSiS / Burke Agentur



CC-TLP: Original-Sonde für kapazitiv gekoppelte CDM-ähnliche TLP-Stresstests auf Waferebene

Strategieaudit und Hausmesse

Heute an morgen denken! In diesen schnelllebigen Zeiten, wenn alles und alle miteinander vernetzt sind, kann die berühmte Kristallkugel beim Blick in die Zukunft schon mal versagen. Vielleicht war gerade deshalb dieses Jahr der optimale Zeitpunkt für das gesamte Fraunhofer EMFT, einen verschärften Blick darauf zu werfen, wo wir heute stehen, wo wir hinwollen, und wie wir gemeinsam dorthin kommen können. So haben wir unter der Führung unserer Institutsleitung Amelie Hagelauer und Christoph Kutter unseren gemeinsamen Weg in die Zukunft skizziert. Es wurden messbare strategische Ziele definiert und die ersten Maßnahmen entworfen, um diese unter unterschiedlichen Rahmenbedingungen und Szenarien zu erreichen. Das Ergebnis wurde dann Ende November von externen Auditorinnen und Auditoren aus Wirtschaft und

Wissenschaft begutachtet. In zwei intensiven Tagen fand in einer konstruktiven Atmosphäre ein spannender Austausch über aktuelle und zukünftige Herausforderungen und Lösungsmöglichkeiten aus den Bereichen Geschäft, Forschung, Personal und Gesellschaft statt. Um die Umsetzung unseres Leitsatzes, »Fraunhofer EMFT – Sensoren und Aktoren für Mensch und Umwelt«, zu demonstrieren, wurden Forschungsergebnisse aus allen Bereichen des Fraunhofer EMFT in einer Hausmesse präsentiert. Denn auch wenn - oder gerade weil – auf dem skizzierten Weg in die Zukunft sicherlich noch mehrere Sackgassen und Umwege auf uns warten, gilt vor allem in der angewandten Forschung das Zitat von Jack Welch: »In reality strategy is actually very straightforward. You pick a general direction and implement like hell.«

→ Mehr Infos über unsere strategischen Forschungsthemen auf Seite 10



Interne Hausmesse mit virtueller Schulung des Zentrums für Verbindungstechnik in der Elektronik

Feierliche Eröffnung der Forschungsplattform »FIP-SENS@TAU«

Am 22. Juni 2022 eröffnete die Tel Aviv University (TAU) zusammen mit dem Fraunhofer EMFT sowie Gästen aus öffentlichen Einrichtungen, Industrie, Wissenschaft und Politik die »Fraunhofer Innovation Platform for Sensors and Applied Systems at Tel Aviv University« (FIP-SENS@TAU).

Die neue Forschungskooperation fokussiert sich, unter der Leitung der Managing Direktorin Dr. Sabine Trupp, auf multi- und interdisziplinäre Forschung und Entwicklung im Bereich Sensoren und wird mit Partnern aus der Wirtschaft in Israel, Deutschland und anderen Ländern zusammenarbeiten. Ziel ist

es, eine weltweit anerkannte Lösungsanbieterin für intelligente Sensorsysteme zu werden.

Die Eröffnungsveranstaltung fand im Naturmuseum der TAU mit rund 60 namhaften Gästen statt. Unter anderem durfte die FIP-SENS@TAU die deutsche Botschafterin in Israel, Dr. Susanne Wasum-Rainer und den israelischen Botschafter in Deutschland, Ron Prozor, begrüßen. Die feierliche Unterzeichnung der Rahmenvereinbarung durch Prof. Reimund Neugebauer, Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft und Prof. Dan Peer, Vizepräsident für Forschung und Entwicklung der TAU, wurde begleitet durch ein spannendes Vortragsprogramm über Wege zur Kommerzialisierung herausragender Forschung.

→ Mehr Infos zur FIP-SENS@TAU auf Seite 56



Im Rahmen der feierlichen Eröffnung von FIP-SENS@TAU © Chen Galili

Erfolgreich habilitiert in Chemo- und Biosensorik

Die Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik der Universität der Bundeswehr München hat Sabine Trupp den akademischen Grad des habilitierten Doktors mit Lehrbefähigung im Fachgebiet Chemo- und Biosensorik verliehen. Die Forscherin hat im Rahmen des Habilitationsverfahrens eine herausragende Leistung erbracht und gilt als eine der führenden Expertinnen auf diesem Gebiet. In ihrer Habilitationsschrift hat sie neue Erkenntnisse zur Entwicklung von Sensoren für die Analyse von biologischen und chemischen Stoffen vorgestellt. Die Fakultät würdigt damit nicht nur ihre exzellente wissenschaftliche Arbeit, sondern auch ihre Fähigkeit, komplexe Themen verständlich zu vermitteln. Wir gratulieren Sabine Trupp zu diesem besonderen Erfolg und wünschen ihr für die Zukunft weiterhin viel Erfolg in der Forschung und Lehre.



Nach erfolgreichem Habilitationsvortrag: Dr. rer. nat. habil. Sabine Trupp gemeinsam strahlend mit dem Team

Bachelorarbeiten

Knopp, P. (2022). **Lithography of Polyionic Liquids.**
 Betreuung: Yakushenko, A.
 Hochschule München University of Applied Sciences

Masterarbeiten

Ali, S. F. (2022). **Characterization of Humidity-Sensors based on Polymer Sensing Layer.**
 Betreuung: Boudaden, J. & Ramm, P.
 Hochschule München University of Applied Sciences

Bajt, A. (2022). **Design of a Receiving Front-End Time-Gain-Compensation Amplifier with Automatic Gain Control in 0.18 μm SOI Process for an Optimized pMUT Device.**
 Betreuung: Poongodan, P. K.
 Technische Universität München

Calderaro Rodrigues, P. (2022). **Numerical simulations of fluid-structure interaction for investigating microvalve's functioning using ANSYS.**
 Betreuung: Leistner, H. & Wackerle, M.
 Leibniz Universität Hannover

Canbey, O. (2022). **Physical Aspects of PUF Generation Parameters for Anti-Temper Security Foils.**
 Betreuung: Yakushenko, A.
 Technische Universität München

Debera, P. (2022). **Prüfstand zur Charakterisierung der Gas-Leckrate von Silizium-Mikroventilen.**
 Betreuung: Anheuer, D.
 Universität Stuttgart

Duong, B. T. (2022). **Characterization and Validation of PEDOT:PSS and its application on the surface of leaves for condition monitoring.**
 Betreuung: Ansorge F., Meltzer E.
 Hochschule München University of Applied Sciences

Gadwala, V. (2022). **Modelling of valve behavior for MEMS Micropumps.**
 Betreuung: Grünerbel, L.
 Ernst-Abbe-Hochschule Jena

Heigel, M. (2022). **Technologieentwicklung für Silizium-Avalanche-Photodioden mit lateralem elektrischem Feld zur Erhöhung der Rot-Empfindlichkeit.**
 Betreuung: Neumeier, K.
 Hochschule für Angewandte Wissenschaften München

Hoffmann, S. (2022). **Automatisierte fluidische Integration von piezoelektrischen Mikromembranpumpen in eine elektronische Pille zur Medikamentenverabreichung im Gastrointestinaltrakt.**
 Betreuung: Bußmann, A.
 Universität der Bundeswehr München

Mothukuri, A. G. (2022). **Design and Implementation of a Hardware-Aware SNN Simulator.**
 Betreuung: Pscheidl, F.
 Universität Siegen

Schumann, M. (2022). **Entwicklung eines Embedded System für die Auswertung von Vitalparametern zur automatisierten Vorsichtung.**
 Betreuung: Bußmann, A.
 Hochschule für Angewandte Wissenschaften München

Schwarz, J. (2022). **CFD-Simulation von Leckraten an MEMS-Klappenventilen.**
 Betreuung: Axelsson, K.
 Technische Universität Bergakademie Freiberg

Siebers, Z. (2022). **Poly-ionische Flüssigkeiten basierte elektrochemische Gasmessung.**
 Betreuung: Yakushenko, A.
 Technische Universität München

Surendran, N. (2022). **Design and investigation of a high pressure micropump for dosing of high viscosity fluids.**
 Betreuung: Durasiewicz, C. P.
 Hochschule Bremen

Xu, Y. (2022). **Design and Implementation of a CNN Accelerator based on Approximating Computing**
 Betreuung: Xu, P.
 Technische Universität München

Zett, O. (2022). **Innovative Method for Measuring the Dynamic Pump Chamber Pressure inside a Micro Diaphragm Pump.**
 Betreuung: Schrag, G. & Grünerbel, L.
 Technische Universität München

Promotionen

Bußmann, A. B. (2022). **Biomedical application of piezoelectric micro diaphragm pumps.** doi: [10.5445/IR/1000145645](https://doi.org/10.5445/IR/1000145645).

Durasiewicz, C. P. (2022). **Development of a metal-based microfluidic MEMS platform for medical applications.**

Grünerbel, L. (2022). **Experimental and Theoretical Methodologies for High-Flow Optimization of Micro-pumps in Medical Applications.** <https://mediatum.ub.tum.de/?id=1660286>

Steinmaßl, M. (2022). **Markierungsfreie Virusdiagnostik mittels elektrochemischer Umsetzer.** doi: [10.24406/publica-525](https://doi.org/10.24406/publica-525).

Sturm-Rogon, L. (2022). **Realisierung und Charakterisierung eines neuen Konzepts für siliziumbasierte Sperrschichtfeldeffekttransistoren.** doi: [10.24406/publica-524](https://doi.org/10.24406/publica-524).

Thalhofer, T. (2022). **Mikropumpenbasiertes Dosiersystem mit kapazitiver Flusssensorik für nuklearmedizinische Anwendungen.**

Vorträge

Isa, E. (2022, November). **OCEAN12 IP Factory: From Research to Silicon.** IP-SOC Conference. Grenoble, France.

Lerch, W. (2022). **New Advancement in Ion Implantation Annealing for Si, Ge, SiC and GaN.** [School contribution] 23rd International Conference on Ion Implantation Technology. San Diego CA, USA. <https://www.mrs.org/iit2022>

Veröffentlichungen

Aichroth, P., Antes, C., Gembatzka, P., Graf, H., Johnson, D. S., Jung, M., ... & Weber, N. (2022). **SEC-Learn: Sensor Edge Cloud for Federated Learning.** In International Conference on Embedded Computer Systems (pp. 432-448). Springer, Cham. doi: [10.1007/978-3-031-04580-6_29](https://doi.org/10.1007/978-3-031-04580-6_29).

Artmeier, S., Hiltz, J., Milliken, S., Veinot, J., & Tornow, M. (2022, July). **Analog Resistance Switching in Single Tungsten Oxide Nanoparticle Devices.** In 2022 IEEE 22nd International Conference on Nanotechnology (NANO) (pp. 504–507). IEEE. doi: [10.1109/NANO54668.2022.9928711](https://doi.org/10.1109/NANO54668.2022.9928711).

Badawi, B., & Kutter, C. (2022, November). **Application of the three-state lithography model for grayscale lithography.** In 37th European Mask and Lithography Conference (Vol. 12472, pp. 77-83). SPIE. doi: [10.1117/12.2641182](https://doi.org/10.1117/12.2641182).

Beale, C., Altana, A., Hamacher, S., Yakushenko, A., Mayer, D., Wolfrum, B., & Offenhäusser, A. (2022). **Inkjet printed Ta₂O₅ on a flexible substrate for capacitive pH sensing at high ionic strength.** Sensors and Actuators B: Chemical, 369, 132250. doi: [10.1016/j.snb.2022.132250](https://doi.org/10.1016/j.snb.2022.132250).

Bajt, A., Bosetti, G., Poongodan, P. K., Schrag, G., & Vanselow, F. (2022, April). **A Physics-Based Interpolation Method for Rapid Dimensioning of pMUT Designs.** In 2022 23rd International Conference on Thermal, Mechanical and Multi-Physics Simulation and Experiments in Microelectronics and Microsystems (EuroSimE) (pp. 1-5). IEEE. doi: [10.1109/WAMICON53991.2022.9786189](https://doi.org/10.1109/WAMICON53991.2022.9786189).

Chryssikos, D., Heigl, M., Kounoupioti, E., Neumeier, K., Wieland, R., & Tornow, M. (2022, July). **Scalable fabrication of metallic nanogaps using CMOS-based 10 nm spacer lithography.** In 2022 IEEE 22nd International Conference on Nanotechnology (NANO) (pp. 234–237). IEEE. doi: [10.1109/NANO54668.2022.9928620](https://doi.org/10.1109/NANO54668.2022.9928620).

Dlugosch, J. M., Seim, H., Bora, A., Kamiyama, T., Lieberman, I., May, F., ... Kirsch, P. (2022). **Conductance Switching in Liquid Crystal-Inspired Self-Assembled Monolayer Junctions.** ACS Applied Materials & Interfaces, 14(27), 31044–31053. doi: [10.1021/acsmami.2c05264](https://doi.org/10.1021/acsmami.2c05264).

Dorn, C., Depold, A., Lurz, F., Erhardt, S., & Hagelauer, A. (2022, April). **UAV-based Localization of Mobile Phones for Search and Rescue Applications.** In 2022 IEEE 22nd Annual Wireless and Microwave Technology Conference (WAMICON) (pp. 1-4). IEEE. doi: [10.1109/WISNet53095.2022.9721356](https://doi.org/10.1109/WISNet53095.2022.9721356).

Dorn, C., Kurin, T., Erhardt, S., Lurz, F., & Hagelauer, A. (2022, January). **Signal Processing for Low-Power and Low-Cost Radar Systems in Bicycle Safety Applications.** In 2022 IEEE Topical Conference on Wireless Sensors and Sensor Networks (WiSNet) (pp. 11-13). IEEE. doi: [10.1109/WISNet53095.2022.9721356](https://doi.org/10.1109/WISNet53095.2022.9721356).

Forster, T., et al. (2022). **Dependency of Nonlinearity on Design Parameters in SAW Devices**. In 2022 IEEE MTT-S International Conference on Microwave Acoustics and Mechanics (IC-MAM) (pp. 33-36). IEEE. doi: [10.1109/IC-MAM55200.2022.9855283](https://doi.org/10.1109/IC-MAM55200.2022.9855283).

Grünerbel, A., Grünerbel, L. (2022). **Intelligent Prophylaxis of Diabetic Foot Ulcer**. Int J Diabetes Clin Res. 9:159. doi: [10.23937/2377-3634/1410159](https://doi.org/10.23937/2377-3634/1410159).

Grünerbel, L., Heinrich, F., Diebold, D., & Richter, M. (2022, March). **Wearable Decubitus Prophylaxis Tool Based on Machine Learning Methods**. In 2022 IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops and other Affiliated Events (PerCom Workshops) (pp. 730-734). IEEE. doi: [10.1109/PerComWorkshops53856.2022.9767265](https://doi.org/10.1109/PerComWorkshops53856.2022.9767265).

Hagelauer, A., et al. (2022, July). **From Microwave Acoustic Filters to Millimeter-Wave Operation and New Applications**. In IEEE Journal of Microwaves. doi: [10.1109/JMW.2022.3226415](https://doi.org/10.1109/JMW.2022.3226415).

Hoh, M., Schöttl, A., Schaub, H., & Wenninger, F. (2022). **A Generative Model for Anomaly Detection in Time Series Data**. Procedia Computer Science, 200, 629-637. doi: [10.1016/j.procs.2022.01.261](https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.261).

Jirutková, E., Wolf, H., Weber, J., Gieser, H. (2022, September). **System Level ESD Testing with Capacitively Coupled Stress Pulses**. In 2022 44th Annual EOS/ESD Symposium (EOS/ESD) (pp. 1-7). IEEE doi: [10.23919/EOS/ESD54763.2022.9928454](https://doi.org/10.23919/EOS/ESD54763.2022.9928454).

Kumar, P., Stajic, D., Isa, E.N., & Maurer, L. (2022). **26 GHz VCO in 22 nm FDSOI Technology for RADAR Application**. 2022 IEEE 13th Latin America Symposium on Circuits and System (LASCAS), 01-04. doi: [10.1109/LASCAS53948.2022.9789048](https://doi.org/10.1109/LASCAS53948.2022.9789048).

Kumar, P., Stajic, D., Narayanan, R., Isa, E. N., & Maurer, L. (2022). **A sub-30 GHz differential-frequency Tripler in 22-nm FDSOI Technology for FMCW spectrum**. Solid-State Electronics, 108379. doi: [10.1016/j.sse.2022.108379](https://doi.org/10.1016/j.sse.2022.108379).

Leistner, H., Anheuer, D., Bosetti, G., Schrag, G., & Richter, M. (2021, November). **Modeling and Manufacturing of an Electrostatically Driven Actuator for Micropumps**. In MikroSystemTechnik Congress 2021; Congress (pp. 1-4). VDE. Retrieved from <https://ieeexplore.ieee.org/document/9698337>.

Lerch, W. (2022). **New Advancement in Ion Implantation Annealing for Si, Ge, SiC and GaN**. In J. F. Ziegler & M. I. Current (Hrsg.), Ion Implantation Applications - Science and Technology. (Chapter 7, pp. 7-1 – 7-50).

Lippmann, B., Bette, A. C., Ludwig, M., Mutter, J., Baehr, J., Hepp, A., ... & Kellermann, O. (2022, March). **Physical and functional reverse engineering challenges for advanced semiconductor solutions**. In 2022 Design, Automation & Test in Europe Conference & Exhibition (DATE) (pp. 796-801). IEEE. doi: [10.23919/DATE54114.2022.9774610](https://doi.org/10.23919/DATE54114.2022.9774610).

Milozzi, A., Reiser, D., Drost, A., Neuner, T., Tornow, M. and Ielmini, D. (2022). **Thermal switching of TiO₂-based RRAM for parameter extraction and neuromorphic engineering**. In ESSCIRC 2022 – IEEE 48th European Solid State Circuits Conference (ESSCIRC) (pp. 133-136). doi: [10.1109/ESSCIRC55480.2022.9911223](https://doi.org/10.1109/ESSCIRC55480.2022.9911223).

Pechmann, S. & Hagelauer, A. (2022). **A Mixed-Signal Interface Circuit for Integration of Embedded 1T1R RRAM Arrays**. In 2022 IEEE 35th International System-on-Chip Conference (SOCC) (pp. 1-5). doi: [10.1109/SOCC56010.2022.9908137](https://doi.org/10.1109/SOCC56010.2022.9908137).

Pechmann, S. & Hagelauer, A. (2022). **A Read Circuit Design for Multi-Level RRAM Cells Exhibiting Small Resistance Windows**. In 2022 IEEE 65th International Midwest Symposium on Circuits and Systems (MWSCAS) (pp. 1-2). IEEE. doi: [10.1109/MWSCAS54063.2022.9859436](https://doi.org/10.1109/MWSCAS54063.2022.9859436).

Reiser, D., Reichel, P., Pechmann, S., Mallah, M., Oppelt, M., Hagelauer, A., ... & Reichenbach, M. (2021). **A Framework for Ultra Low-Power Hardware Accelerators Using NNs for Embedded Time Series Classification**. Journal of Low Power Electronics and Applications, 12(1), 2. doi: [10.3390/jlpea12010002](https://doi.org/10.3390/jlpea12010002).

Rohde, U. L., Eisele, I., Sturm-Rogon, L., Wieland, R., & Lerch, W. (2022). **Low Noise Tuning Diodes for Voltage-Controlled Oscillators**. Microwave Journal, 65(10). Retrieved from <https://www.microwavejournal.com/articles/38973-low-noise-tuning-diodes-for-voltage-controlled-oscillators>.

Shanin, N., Garkisch, M., Hagelauer, A., Schober, R., & Cottatellucci, L. (2022, May). **Optimal resource allocation and beamforming for two-user MISO WPCNs for a non-linear circuit-based EH model**. In ICASSP 2022-2022 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP) (pp. 8642-8646). IEEE. doi: [10.1109/ICASSP43922.2022.9747494](https://doi.org/10.1109/ICASSP43922.2022.9747494).

Skiba, M., Stolwijk, J. A., & Wegener, J. (2022). **Label-free impedance measurements to unravel biomolecular interactions involved in G protein-coupled receptor signaling**. Methods in cell biology, 169, 221-236. doi: [10.1016/bs.mcb.2021.12.005](https://doi.org/10.1016/bs.mcb.2021.12.005).

Steinmaßl, M., Boudaden, J., Edgü, G., Freund, L. J., Meyer, S., Mordehay, N., ... & Kutter, C. (2022). **Passivated Impedimetric Sensors for Immobilization-Free Pathogen Detection by Isothermal Amplification and Melt Curve Analysis**. Biosensors, 12(5), 261. doi: [10.3390/bios12050261](https://doi.org/10.3390/bios12050261).

Sturm-Rogon, L., Burenkov, A., Cristiano, F., Eckert, D., Johnson, A., Neumeier, K., ... & Lerch, W. (2022). **Comparison of annealing quality after 3e15/cm² 50 keV BF₂⁺ implant between rapid thermal annealing and furnace annealing**. MRS Advances, 1-5. doi: [10.24406/publica-524](https://doi.org/10.24406/publica-524).

Thalhofer, T., Keck, M., Kibler, S., & Hayden, O. (2022). **Capacitive Sensor and Alternating Drive Mixing for Microfluidic Applications Using Micro Diaphragm Pumps**. Sensors, 22(3), 1273. doi: [10.3390/s22031273](https://doi.org/10.3390/s22031273).

Udijak, D., Pufall, R., Reuther, G. M., Boudaden, J., Ramm, P., & Schrag, G. (2022, April). **Humidity and corrosion susceptibility of molded packages under mechanical impact Novel package level impact test to provoke micro-damage**. In 2022 23rd International Conference on Thermal, Mechanical and Multi-Physics Simulation and Experiments in Microelectronics and Microsystems (EuroSimE). 1-8. doi: [10.1109/EuroSimE54907.2022.9758867](https://doi.org/10.1109/EuroSimE54907.2022.9758867).

Xu, P., Zhang, L., Pscheidl, F., Borggreve, D., Vanselow, F., Bredlerow, R. (2022, May). **A Dynamic Charge-Transfer-Based Crossbar with Low Sensitivity to Parasitic Wire-Resistance**. In IEEE International Symposium on Circuits and Systems (ISCAS). 1397-1401. doi: [10.1109/ISCAS48785.2022.9937243](https://doi.org/10.1109/ISCAS48785.2022.9937243).

Schönmann, R., Mueller, A., Schrag, G., Ramm, P., Mai, W., & Wachutka, G. (2022, July). **Introduction to MOLFLOW+: New graphical processing unit-based Monte Carlo code for simulating molecular flows and for calculating angular coefficients in the compute unified device architecture environment**. 44th COSPAR Scientific Assembly. 44, 2972. doi: [10.1116/1.3153280](https://doi.org/10.1116/1.3153280).

Patente

Bußmann, A., Grünerbel, L., Wald, C., Kibler, S. **Smart Isolation layer for closed-loop control of piezo-electric micropumps** WO 2021/254611 A1

Heigl, M., Eisele, I., Neumeier, K., Nebrich, L., Sturm-Rogon, L. **Fotodiode mit orthogonalem Schichtaufbau** DE 10 2021 200 828.3

Leistner, H., Wackerle, M., Richter, M., Wieland, R. **An Electrostatic Micro-Pump and a Process to Produce an Electrostatic Micro-Pump** WO 2022 053 132

Ramm, P. **Method of manufacturing an electronic circuit component and electronic circuit component** TW I740591

Ramm, P. & Weber, J. **Hochfrequenz-elektrische Verbindung von Komponenten mittels Verdrahtungssubstrat mit integrierter Transmissionsleitung** DE 10 2020 203 971

Richter, M., Grünerbel, L., Kibler, S. **Implant** WO2021204382

Richter, M., Grünerbel, L., Kibler, S., Bußmann, A., Congar, Y., Leister, H. **Sensor Arrangement and Method for Sensing an Amount or a Concentration of a Target Fluid in a Medium with the Sensor Arrangement** DE 10 2020 213 386.7

Richter, M., Thalhofer, T., Grünerbel, L. **Drug Delivery System** WO 2021 239 219

Wegener, J., Hajek, K., Urban, F. **Vorrichtung und Verfahren für die Impedanz-basierte Detektion von osmotisch induziertem Wassertransport** DE 10 2020 210 718

Yakushenko, A., Altana, A., Iakovlev, A. **Method for Manufacturing a Sheet with Double-Sided Structured Conducting Layers for Electronic Applications** EP 4072252

Yakushenko, A. & Iakovlev, A. **Manufacturing of high-resolution electronic thin-film components on large-area flexible substrates in a high precision cost-effective process combining multistep oil lithography and other fabrication techniques** DE 10 2020 207 090.3

Wissenschaftliche
Publikationen

www.emft.fraunhofer.de/publikationen



Angebotspektrum

Leistungsspektrum des Fraunhofer EMFT

- Sie suchen eine maßgeschneiderte Sensorlösung für eine knifflige Herausforderung in Ihrem Betrieb?
- Sie überlegen sich, ob Ihr existierendes Produkt flacher, flexibel und besser integrierbar sein könnte?
- Sie haben eine bahnbrechende neue Produktidee und möchten einen Prototyp entwickeln?
- Die Elektronik in Ihrem Produkt fällt immer wieder aus und Sie müssen herausfinden warum?
- Sie benötigen für Ihr Produkt besonders rauscharme Komponenten?
- Sie wollen die Energieeffizienz und Robustheit Ihrer elektronischen Komponenten oder Systeme erhöhen?



Antworten auf diese Fragen und viele weitere Ideen, wie Sie vom Know-how des Fraunhofer EMFT profitieren können, finden Sie auf unserer Website unter www.emft.fraunhofer.de/leistungsspektrum

Technologien und Ausstattung am Fraunhofer EMFT

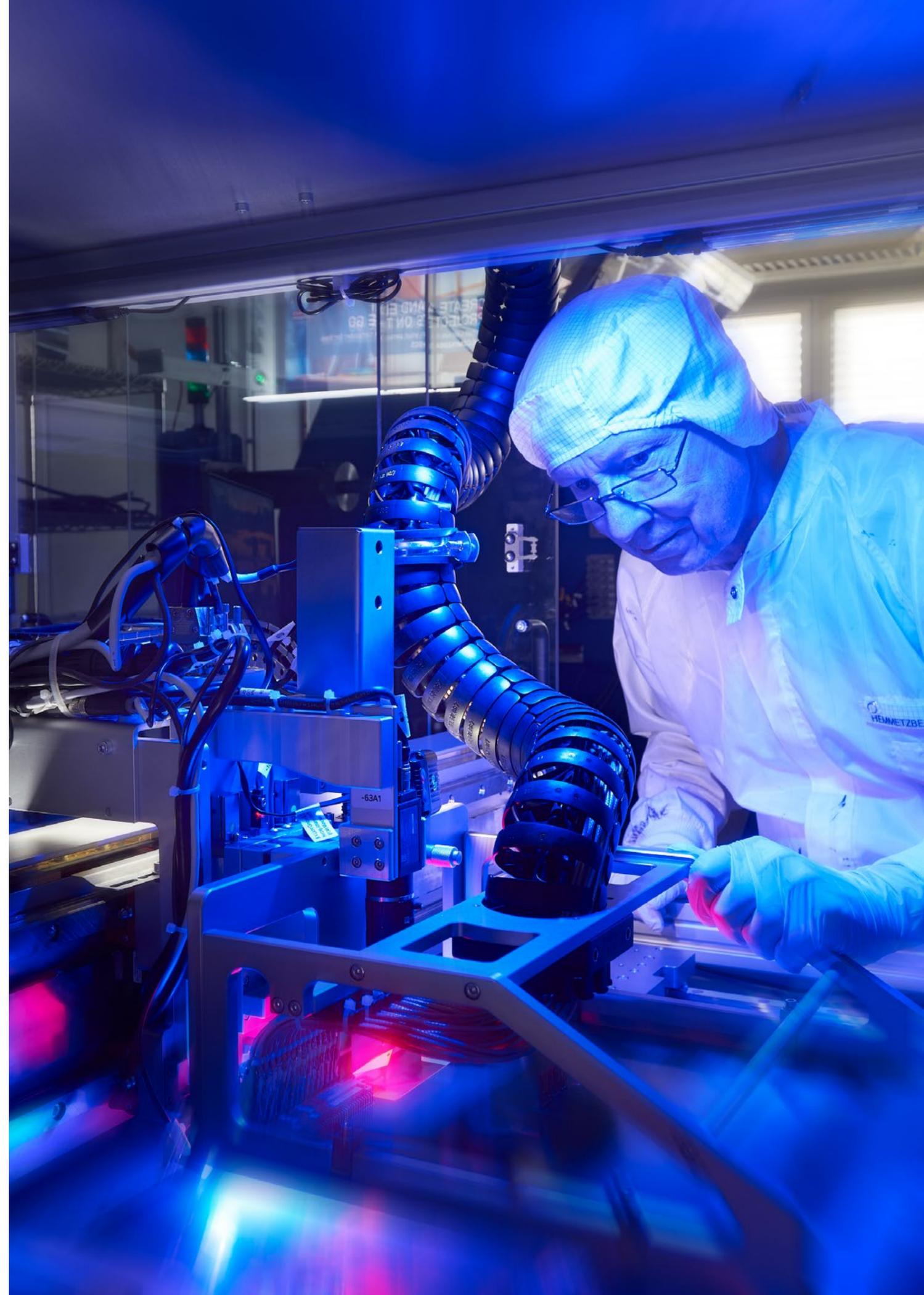
Die umfangreiche Infrastruktur und das breite Angebot an **Technologien für Mikroelektronik und Mikro-systemtechnik** machen das Fraunhofer EMFT zu einem attraktiven Partner für KMUs und auch größere Industrieunternehmen. Seit 2007 bietet das Institut zusätzlich Hightech-Unternehmen die Möglichkeit, hochwertige Ausstattung (Reinräume, Labore und Equipment) mitzubeneutzen. Besuchen Sie unsere Website, um sich einen Überblick der verfügbaren Technologien und Ausstattung für Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik zu verschaffen: www.emft.fraunhofer.de/technologien



Schulungen für elektrische Verbindungstechnik

Das Fraunhofer EMFT-eigene **Zentrum für Verbindungstechnik in der Elektronik (ZVE)** bietet seit 1994 Schulungen sowie Zertifizierungen in den Bereichen Löten, Handlöten, Aufbau- und Verbindungstechnik sowie Crimpen an. Dabei hat sich das ZVE als zentrale Anlaufstelle für Beratung und Weiterbildung im Bereich Aufbau- und Verbindungstechnik im Münchener Raum etabliert: Als Teil des modularen Schulungssystems des Ausbildungsverbundes Löttechnik Elektronik (AVLE) bietet das ZVE beispielsweise die Ausbildung zur Fachkraft für Löttechnik an. Darüber hinaus ist das Schulungszentrum sowohl von der European Space Agency (ESA) als auch von der Association Connecting Electronics Industries (ACEI) als Ausbildungs- und Trainingszentrum für hochzuverlässige Löt- und Crimpverbindungen akkreditiert. —> Mehr Infos ab Seite 48

Innensicht der Rolle-zu-Rolle elektrischen Messanlage von db matik



Zentrum für Verbindungstechnik in der Elektronik

Am Zentrum für Verbindungstechnik in der Elektronik ZVE des Fraunhofer EMFT in Oberpfaffenhofen lehren Experten und Expertinnen seit über 40 Jahren wichtiges Know-how rund um die elektrische Verbindungstechnik. Der Schwerpunkt liegt auf der beruflichen Weiterbildung von QS-Verantwortlichen, Facharbeiterinnen und Werkern.

Auch in Zeiten von Industrie 4.0 ist gute Handarbeit gefragt: Löten, Einpresstechnik und Crimpen haben nach wie vor ihren festen Platz in der Verbindungstechnik elektronischer Baugruppen. Diese Verfahren garantieren eine hohe Qualität und Zuverlässigkeit der elektrischen Verbindungen. Das Zentrum für Verbindungstechnik ZVE hat sich mit seiner mehr als 40-jährigen Erfahrung als Anlaufstelle für Schulung und Weiterbildung etabliert.



ZVE-Lötmobil
für virtuelle
Praxisschulungen

Das moderne Schulungskonzept des Teams am Standort Oberpfaffenhofen trägt der Tatsache Rechnung, dass Lernen und Arbeiten in der heutigen Berufswelt kaum mehr voneinander zu trennen sind. Auch in klassischen Produktionsbetrieben haben »Wissensarbeitende« längst Einzug gehalten. Kontinuierliche Weiterbildung ist nötig, um auf dem aktuellen Stand der Technik zu bleiben. Um die Wissensvermittlung effektiv und praxisnah in den Arbeitsalltag zu integrieren, setzt das Schulungskonzept des ZVE ergänzend zu klassischen Seminarformen auf flexible Formate wie Webinare oder Apps, die Informationen bedarfsorientiert abrufbar machen. Zur Vor- oder Nachbereitung der Seminare kommen iAcademy-Lern-Apps der Fraunhofer-Academy zum Einsatz. Das Themenspektrum der Angebote reicht von Herstelltechnologien, Informationen zu Installation und Produktion bis hin zu Nacharbeit- und Reparatur- oder Wartungsvorgängen. Das vermittelte Wissen fließt direkt aus den aktuellen F&E-Aktivitäten zur Fertigung elektronischer Baugruppen und der elektrisch-mechanischen Anschlussstechnik (wie Schrauben, Stecken, Einpressen, Schneid-Klemm-Verbindungen und viele weitere) in die Schulungsinhalte ein.

Neben Schulungen und Trainings gehören die Prozessqualifizierung, Prozessaudits und die Schadensanalytik zum Dienstleistungsangebot. Dafür stehen eine 2D- und CT-Röntgenanlage, ein Rasterelektronenmikroskop, Temperaturwechsel- und Klimaprüfschränke, Teststände zur Überprüfung von Reibkorrosion, Hochstrom-Belastung für Kabelbäume sowie ein gut ausgestattetes Metallographielabor zur Verfügung. Durch langjährige Kontakte zur Automobil- und der Luft- und Raumfahrtindustrie zählt die Qualifizierung elektronischer Baugruppen unter schwierigen Umgebungsbedingungen mit zu den Kernkompetenzen des Schulungszentrums.

In den Zeiten der COVID-19 Pandemie konnten durch gezielte Hygienekonzepte und Onlineschulungen die Weiterbildungen in allen essentiellen Bereichen erfolgreich fortgesetzt werden. Mit dem neu konzipierten Lötmobil war sogar eine aus der Ferne überwachte Praxisschulung möglich: Die voll ausgestattete mobile Lötstation wird beim Kunden über einen 220V-Standardanschluss in

Weiterbildung und Schulungen nach höchstem Standard

- Das ZVE ist sowohl von der European Space Agency ESA (vgl. ESA STR-258 - »ESA-APPROVED SKILLS TRAINING SCHOOLS«), als auch von der Association Connecting Electronics Industries IPC als Ausbildungs- und Trainingszentrum für hochzuverlässige Löt- und Crimpverbindungen akkreditiert.
- 2019 hat das Team des Schulungszentrums das turnusmäßige Audit als ESA-akkreditiertes Schulungszentrum mit Bravour bestanden. Zwei der ZVE-Trainer verfügen über die Zertifizierung als Instructor Cat.I., der höchsten Ausbildungsstufe nach ESA-Kriterien.
- Das ZVE ist Teil des modularen Schulungssystems des Ausbildungsverbundes Löttechnik Elektronik (AVLE) und bietet die Ausbildung zur Fachkraft für Löttechnik an.
- Für alle am ZVE angebotenen Schulungen verfügen die Trainer zudem über die von der IPC anerkannte Qualifikation als Master-Trainer.



Mehr Infos

www.zve-kurse.de

Betrieb genommen. Die Live-Präsentation des Trainers kann zeitgleich zur eigenen Übungseinheit verfolgt werden, vier Beobachtungskameras ermöglichen zudem »Blickkontakt« aus unterschiedlichen Positionen. Darüber hinaus wurde, gemeinsam mit externen Partnern, im Rahmen des Leistungszentrums »Sichere intelligente Systeme« ein zukunftsweisendes Verfahren entwickelt, Weiterbildungen unter Nutzung von Holo-Lenses und augmented reality (AR) noch realistischer zu gestalten. Dadurch konnte der Lernerfolg der Teilnehmenden deutlich verbessert werden.

Die F&E-Aktivitäten des ZVE stehen ganz im Zeichen des Internet of Things (IoT): Denn in vernetzten Umgebungen sind Konnektivität und Zuverlässigkeit der elektronischen Schnittstellen ein absolutes Muss – gerade in sicherheitssensiblen Bereichen wie etwa dem autonomen Fahren.

Netzwerk

Alle sprechen davon, wie unglaublich wichtig »Networking« ist – die richtigen Kontakte helfen dabei, Projekte erfolgreich voranzubringen.

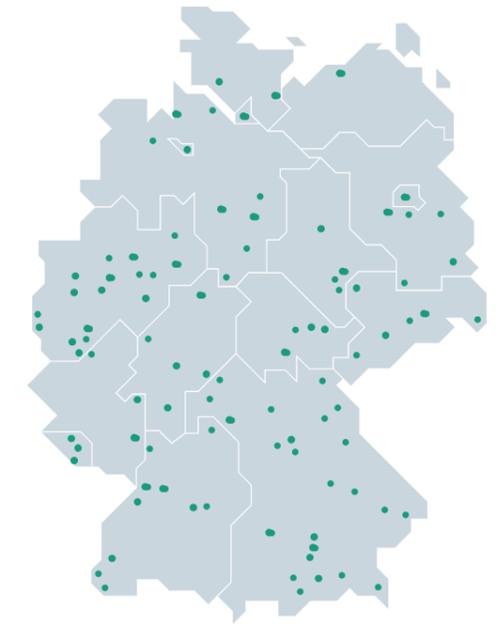
Egal, ob Sie geborene Netzwerkerin sind oder nicht, das Fraunhofer EMFT ist nicht nur ein kompetenter Partner in Sachen Mikrosystemtechnik und Sensorik, sondern gleichzeitig auch **Türöffner zu einem hochrelevanten Netzwerk:**

- Zunächst ist hier die **Fraunhofer-Gesellschaft** selbst zu nennen: Ein deutschlandweites, aber auch internationales Netzwerk anwendungsbezogener Forschung mit enormer thematischer Bandbreite.
- Außerdem hat das Fraunhofer EMFT als Mitglied der **Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD)** – dem größten standortübergreifenden F&E-Zusammenschluss für die Mikroelektronik in Europa – Zugang zu einer einzigartigen Kompetenz- und Infrastrukturvielfalt im Bereich Mikro- und Nanoelektronik.
- Das **Leistungszentrum »Sichere intelligente Systeme« (LZSiS)** bündelt interdisziplinäre Kompetenz und vielseitiges Know-how rund um das Thema »Sicher vom Sensor in die Cloud« und macht dieses speziell für Unternehmen zugänglich.
- Im **Zentrum Trusted Electronics Bayern** arbeiten bayerische Fraunhofer-Institute zusammen, um Industrieunternehmen den Zugang zu vertrauenswürdigen Technologien in Form von sicheren und geschützten Hardware- und Softwarekomponenten zu ermöglichen bzw. zu vereinfachen.

- Im **Fraunhofer-Zentrum »Biogene Wertschöpfung und Smart Farming«** entwickeln fünf Fraunhofer-Institute, darunter das Fraunhofer EMFT, gemeinsam innovative Technologien für die Landwirtschaft der Zukunft. Im Zentrum steht dabei das Ziel, Landwirtschaft nachhaltiger zu gestalten und gleichzeitig die Zukunftsfähigkeit und Resilienz der Lebensmittelversorgung zu gewährleisten.
- Als Forschungs- und Entwicklungsplattform namhafter bayerischer Forschungsorganisationen und Universitäten fördert das **Munich Quantum Valley e.V.** die Quantenwissenschaft, Quantentechnologien sowie deren Transfer in die industrielle Anwendung. Ein zentrales Ziel ist die Entwicklung und der Betrieb eines wettbewerbsfähigen Quantencomputers in Bayern.
- Im **Forschungszentrum FIP-Sens@TAU** arbeiten Forschende des Fraunhofer EMFT sowie der Tel Aviv University an interdisziplinären Entwicklungen im Bereich Sensorik. Der Fokus liegt dabei auf anwendungsnahen Lösungen in den Bereichen Landwirtschaft, Sicherheitsanwendungen und Umweltmonitoring mit hohen Vermarktungschancen.
- Die starke Anbindung des Fraunhofer EMFT an **Universitäten und Hochschulen** sichert die Basis von Forschung und Entwicklung und somit wiederum die Basis von Innovation: Grundlagenforschung und Nachwuchstalente. Diese Kombination bringt häufig Ideen hervor, welche entweder der Grundlagenforschung entspringen oder sich durch diese validieren lassen.

Die Fraunhofer-Gesellschaft

Die Fraunhofer-Gesellschaft mit Sitz in Deutschland ist die weltweit führende Organisation für anwendungsorientierte Forschung. Mit ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien sowie auf die Verwertung der Ergebnisse in Wirtschaft und Industrie spielt sie eine zentrale Rolle im Innovationsprozess. Als Wegweiser und Impulsgeber für innovative Entwicklungen und wissenschaftliche Exzellenz wirkt sie mit an der Gestaltung unserer Gesellschaft und unserer Zukunft. Die 1949 gegründete Organisation betreibt in Deutschland derzeit 76 Institute und Forschungseinrichtungen. Mehr als 30 000 Mitarbeitende, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 2,9 Milliarden Euro. Davon fallen 2,5 Milliarden Euro auf den Bereich Vertragsforschung.



Mehr Infos

www.fraunhofer.de/de/institute





Virtueller 3D-Showroom

Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland

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

Im Jahr 2022 ist die FMD weitergewachsen. Mittlerweile bringen mehr als 4.500 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter ihr Know-how im Bereich Forschung und Entwicklung von

Mikro- und Nanosystemen ein. Damit ist die FMD einer der weltweit größten Zusammenschlüsse dieser Art auf dem Gebiet der FuE.

Großprojekte für nachhaltige Elektronik und neuartige Rechentechnologien gestartet

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

Im Projekt Green ICT @ FMD realisieren die in der Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland kooperierenden Fraunhofer- und Leibniz-Institute zusammen mit dem Fraunhofer ISI ein standortübergreifendes Kompetenzzentrum für eine ressourcenbewusste

Informations- und Kommunikationstechnik (IKT). Hier können die Green-ICT-spezifischen Fragestellungen gebündelt bearbeitet und technologieübergreifende IKT-Gesamtlösungen bis zu einem hohen technischen Reifegrad aus einer Hand für Partner in Wirtschaft und Wissenschaft angeboten werden. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) unterstützt das im August 2022 gestartete Vorhaben im Rahmen der Initiative Green ICT, die ein Bestandteil des Klimaschutzprogramms 2030 der Bundesregierung ist. Mehr zu Green ICT @ FMD:



Um die in Deutschland vorhandene mikroelektronische Forschung und Entwicklung in Bezug auf Quanten- und neuromorphes Computing zu bündeln und auszubauen, startete die FMD zusammen mit vier weiteren Fraunhofer-Instituten, dem Forschungszentrum Jülich und der AMO GmbH im Dezember 2022 ein gemeinsames Vorhaben: Die »Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland – Modul Quanten- und neuromorphes Computing«. Ziel der deutschlandweiten Kooperation »FMD-QNC« ist, Forschende und Unternehmen bei der Entwicklung von maßgeschneiderter Mikroelektronik und skalierbaren Fertigungs- und Integrationsverfahren für die neuen Rechentechnologien bestmöglich zu unterstützen. Der dafür benötigte gerätetechnische und strukturelle Aufbau wird vom BMBF gefördert. Mehr zum FMD-QNC:



Aufbau einer Mikroelektronik-Akademie

Im Rahmen der Vorhaben Green ICT @ FMD und FMD-QNC soll in den kommenden drei Jahren zudem eine deutschlandweite Mikroelektronik-Akademie entstehen. Im Dezember 2022 fiel der Startschuss für die Realisierung der Akademie und die Schaffung moderner Ausbildungsangebote im Bereich Mikro- und Nanoelektronik. Die aus den beiden Vorhaben abgeleiteten Säulen »Ressourcenbewusste IKT« und »praxisorientierte Halbleitertechnik und -technologie« bilden gemeinsam mit einer weiteren Säule »Design mikroelektronischer

Schaltungen und Systeme« die thematische Basis der Mikroelektronik-Akademie. Die FMD übernimmt beim Aufbau der Mikroelektronik-Akademie nicht nur die organisatorische Leitung, sondern auch die Programmverantwortung dieser drei fachlichen Säulen. Ziel ist es, die Qualität der Fachkräfteausbildung auf dem Gebiet der Mikroelektronik zu verbessern und langfristig aktiv auf Bereiche, wie z. B. Klimaschutz und Nachhaltigkeit, neuartige Rechentechnologien und Vertrauenswürdigkeit im Halbleiter- und Chipbereich, Einfluss zu nehmen und diese voranzutreiben. Mehr zur Mikroelektronik-Akademie:



Steigerung der europäischen Innovationskraft in der Mikroelektronik

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

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

Mehr Infos zur FMD

www.forschungsfabrik-mikroelektronik.de



und zum virtuellen 3D-Showroom

www.fmd-insight.de/showroom





DressMAN an der Kasse im Aldi SÜD
© LZSiS / Burke Agentur

Leistungszentrum »Sichere intelligente Systeme«

Gebündelte Kompetenzen und vielseitiges Know-how für Sichere intelligente Systeme: dafür steht das LZSiS! Als gemeinsame Initiative von sechs Fraunhofer-Instituten (AISEC, EMFT, IBP, IGCV, IKS, IVV), der Technischen Universität München, der Universität der Bundeswehr München sowie der Hochschule München verbindet das LZSiS universitäre und außeruniversitäre Forschung aus den relevanten Fachdomänen, um die Digitalisierung für Kundinnen und Kunden verschiedenster Branchen nutzbar zu machen.

Das LZSiS begleitet Transformationsprozesse in allen Phasen, von der Konzeption bis hin zur Implementierung digitaler Prozessketten oder neuer Geschäftsmodelle. Besonderes Augenmerk liegt auf der umfassenden Sicherheit der Systemlösungen: Sicher vom Sensor in die Cloud. Die übergeordnete Zielsetzung besteht darin, in Interaktion mit Partnern und Kundinnen Digitalisierungspotentiale in den unterschiedlichen Branchen aufzuzeigen und sicher in die Praxis zu übersetzen. Durch die synergetische, fachdomänen- und branchenübergreifende Zusammenarbeit sowie durch ein starkes Netzwerk

werden maßgeschneiderte sichere Systemlösungen bereitgestellt. Die Zusammenarbeit mit dem LZSiS als ebenso neutrale wie herstellerunabhängige Partnerinstitution ermöglicht es Unternehmen – von Start-ups über KMUs bis hin zu Großkonzernen – im Rahmen von Förderinitiativen oder Direktaufträgen die Potentiale der Digitalisierung zu identifizieren und gemäß ihren eigenen Anforderungen sicher umzusetzen. Das Leistungsangebot reicht dabei beispielsweise von innovativen, intelligenten Sensorsystemlösungen bis hin zu unternehmensweiten Cyber-Security-Konzepten, kundenspezifischen Workshops oder auch Weiterbildungen. Das Leistungszentrum bietet umfangreiches technologisches Know-how u.a. aus den Bereichen Cyber- und Hardware Security, innovative Sensorik sowie intelligente Vernetzung und KI. Überdies steht für Projektbeteiligte eine einzigartige Forschungsinfrastruktur zur Verfügung (z.B. Cyber Security Labor und Reinraumumgebung). In Verbindung mit exzellentem Branchenwissen u.a. in den Anwendungsfeldern Lebensmittel und Verpackung, Gießereiwesen sowie Baugewerbe ist das Leistungszentrum ein umsetzungstarker Partner in Digitalisierungsfragen.

Sensoren für angenehme und sichere Innenräume: mit dem DressMAN auf Erkundungstour

Den überwiegenden Anteil unseres Lebens halten wir uns in Innenräumen auf: Sei es zu Hause, bei der Arbeit, unterwegs in Bus, Bahn oder Auto oder auch in unserer Freizeit. Dass wir die Bedingungen dort angenehm und sicher vorfinden möchten, ist eine Selbstverständlichkeit. Aber wie wird das Innenraumklima überhaupt bewertet? Wie sehen Sensoren hierfür aus? Diese Fragen beantwortete der DressMAN auf seiner Erkundungstour.



DressMAN im Werksviertel und dessen Coworking-Space
© LZSiS / Burke Agentur

Im Fraunhofer IBP wurde der DressMAN als eine Sensorplattform aufgebaut, um Automobilhersteller bei Neuentwicklungen und Optimierung von Parametern zur Klimasteuerung, z.B. in Elektroautos, zu unterstützen. Dazu ist der DressMAN mit Sensoren zur Messung von Temperatur, Solarstrahlung und Luftgeschwindigkeit ausgestattet.

Aber selbstverständlich kann er noch mehr! Im Fraunhofer LZSiS wurden seine Fähigkeiten um die Bewertung von Parametern der Luftqualität und Akustik erweitert.

In der Woche vom 12.-16. Dezember 2022 war der DressMAN im Werksviertel und im Aldi SÜD in der Dülferstraße 69, Feldmoching unterwegs und hat während seiner Mission den Bürgerinnen und Bürgern das Thema Sensoren näher gebracht. Er hat beispielsweise gezeigt, dass Sensoren für Wohlbefinden und Sicherheit in Innenräumen harmonisch in die Umgebung integriert werden können, dabei die Privatsphäre schützen und sogar wissenswerte Einblicke in neueste technologische Entwicklungen transparent kommunizieren.



Mehr zur DressMAN-Aktion

www.lz-sis.de/dressman-on-tour

The Roofs-Festival 2022

Während der European Championships haben die Kolleginnen und Kollegen von Fraunhofer EMFT und LZSiS im Technology Roof spannende Einblicke in die Welt der AR-Brillen und dem Plug & Learn Löt mobil gegeben!

Die Lötstation auf Rädern lässt sich direkt beim Kunden per Plug & Play in Betrieb nehmen. Fest installierte Kameras ermöglichen eine ideale Interaktion zwischen dem ZVE-Trainingspersonal und Schulungsteilnehmenden. Gemeinsam mit



The Roofs Festival: Remote-Lötschulungen mit dem Plug & Learn Löt mobil

der niederländischen Forschungsorganisation TNO arbeitet das ZVE außerdem an XR-Lösungen, die künftig ein noch realitätsnäheres Lernerlebnis ermöglichen sollen.

Das Plug & Learn Löt mobil entspricht einem komplett ausgestatteten Arbeitsplatz im Schulungszentrum ZVE in Oberpfaffenhofen. Zusätzlich benötigtes Equipment wird, auf die jeweilige Schulung abgestimmt, mit zur Verfügung gestellt. Wie ein mobiler Messestand lässt es sich einfach transportieren. Die Station ist lediglich an das Stromnetz anzuschließen und kann dann nach dem Prinzip »Plug & Play« in Betrieb genommen werden.

Ob beim **Plug & Learn** oder bei **Graffiti 3D**, alle waren voll auf begeistert von der Technologie und was damit mittlerweile alles möglich ist. Und bei den **AR-Spielen** wurde so manch Erwachsener selbst wieder zum Kind.

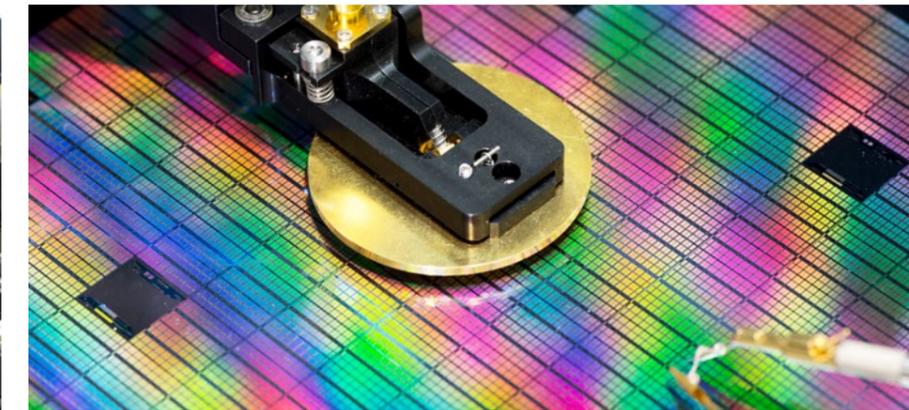


Mehr zu Plug & Learn

www.zve-kurse.de/plug-and-learn

Fraunhofer Innovation Platform for Sensors and Applied Systems at Tel Aviv University

Das Fraunhofer EMFT und die Tel Aviv University (TAU) eröffneten Ende Juni 2022 in Tel Aviv die neue »Fraunhofer Innovation Platform for Sensors and Applied Systems at Tel Aviv University (FIP-SENS@TAU)«. Die Fraunhofer-ähnliche Forschungseinheit betreibt multi- und interdisziplinäre Forschung und Entwicklung im Bereich Sensorik auf höchstem Niveau. Ziel ist es, den Technologietransfer für Hardware, Software, Datenverarbeitungsalgorithmen und Vernetzung bis hin zu Mensch-Maschine-Schnittstellen für Sensorsysteme voranzubringen und auf diesem Wege weltweit anerkannter Lösungsanbieter für Kundinnen und Kunden aus Wirtschaft, Industrie sowie aus akademischen und öffentlichen Forschungseinrichtungen zu werden.



Prof. Dr.-Ing. Reimund Neugebauer, Präsident der Fraunhofer-Gesellschaft, und Dr. Sabine Trupp, Leiterin Leistungszentrum Sichere intelligente Systeme und Managing Director FIP-SENS@TAU für das Fraunhofer EMFT, bei der Eröffnung der »Fraunhofer Innovation Platform for Sensors and Applied Systems at Tel Aviv University«; © Chen Galili

Die FIP-SENS@TAU wird sich auf Lösungen für reale Anwendungen konzentrieren, die Vermarktungschancen bieten. Dabei soll bereits in den frühen Phasen der Entwicklungen eine Überführung in die industrielle Produktion mitgedacht werden. Für eine schnelle Implementierung am Markt wollen die Kooperationspartner erprobte Transferpfade der Fraunhofer-Gesellschaft nutzen.

Bei ihren Forschungsaktivitäten konzentrieren sich die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zunächst auf die Themenfelder Landwirtschaft, Sicherheitsanwendungen und Umweltmonitoring. »Unser Fokus liegt dabei auf Niedrigenergiesystemen, die mobil einsetzbar sind und ohne aufwändige Infrastruktur betrieben werden können«, sagt Dr. Sabine Trupp, Managing Director der FIP-SENS@TAU für das Fraunhofer EMFT.

Die Leitung der FIP-SENS@TAU übernehmen Prof. Yossi Rosenwaks (FIP Managing Director, TAU), Dr. Sabine Trupp (FIP Managing Director, Fraunhofer EMFT), Prof. Slava Krylov (FIP Technical Director, TAU) und Christian Wald (FIP Technical Director, Fraunhofer EMFT).

Zentrum Trusted Electronics Bayern

Mit der zunehmenden Digitalisierung werden vertrauenswürdige Informationssysteme in Deutschland und Europa in allen Anwendungsdomänen benötigt, z.B. in den Bereichen kritischer Infrastrukturen, Industrie 4.0, Automotive, Internet of Things (IoT), Luft- und Raumfahrt, Verteidigung oder Gesundheit. Insbesondere für die Umsetzung von Produkten und Lösungen unter Einsatz Künstlicher Intelligenz (KI) und Maschinellem Lernen (ML) wird vertrauenswürdige Elektronik zu einer Schlüsselkomponente für IT-Sicherheit, Produktsicherheit, Schutz vor Piraterie und Plagiatsschutz. Diese Fähigkeiten sind für Unternehmen in Zukunft entscheidend, um durch starke Alleinstellungsmerkmale ihrer Produkte international am Markt konkurrenzfähig zu sein.

CC-TLP: Original-Sonde für kapazitiv gekoppelte CDM-ähnliche TLP-Stresstests auf Wafer Ebene

Vertrauen und Integrität in vernetzten Systemen können nur erreicht werden, wenn als Grundlage die elektronische Hardware (Prozessoren, Speicher, Sicherheitskomponenten, Sensoren) auch vertrauenswürdig ist. Nur so ist es möglich, auch die darauf aufbauenden Software-Komponenten (Firmware, Betriebssysteme und Anwendungssoftware) sicher zu gestalten und z.B. auch Hintertüren und Trojaner oder andere Schadmechanismen auszuschließen.

Im Zentrum Trusted Electronics Bayern arbeiten das Fraunhofer AISEC, das Fraunhofer EMFT und das Fraunhofer IIS eng zusammen, um ein international sichtbares Kompetenzzentrum für die Forschung und Entwicklung sicherer elektronischer Systeme zu schaffen. Das Zentrum dient insbesondere bayerischen Industrieunternehmen und KMUs als Anlaufstelle, mit einem niedrigschwelligen Zugang zu vertrauenswürdigen sicheren Technologien, integrierten analogen und digitalen Schaltungen, Systemschutzlösungen und hervorragend ausgestatteten Analyselabors.

»In Zeiten von KI und Digitalisierung geht es bei der Qualität von Elektronikprodukten nicht mehr rein um funktionale Sicherheit, sondern zunehmend auch um Informationssicherheit und Vertrauenswürdigkeit der verarbeiteten Daten. Vor diesem Hintergrund kann technologische Souveränität im Bereich Cybersecurity gar nicht hoch genug bewertet werden«, erläutert Prof. Christoph Kutter, Institutsleiter des Fraunhofer EMFT.

Das Zentrum Trusted Electronics Bayern wird vom Freistaat Bayern gefördert.

Fraunhofer-Zentrum »Biogene Wertschöpfung und Smart Farming«

Im Fraunhofer-Zentrum »Biogene Wertschöpfung und Smart Farming« entwickeln fünf Fraunhofer-Institute, darunter das Fraunhofer EMFT, gemeinsam innovative Technologien für die Landwirtschaft der Zukunft. Im Zentrum steht dabei das Ziel, Landwirtschaft nachhaltiger zu gestalten und gleichzeitig die Zukunftsfähigkeit und Resilienz der Lebensmittelversorgung zu gewährleisten. Die beteiligten Partner nehmen dabei die gesamte Wertschöpfungskette im Lebensmittelbereich in den Blick, um landwirtschaftliche Betriebe und Unternehmen der Ernährungswirtschaft zu unterstützen, sich im Sinne der Nachhaltigkeit neu aufzustellen.

Das Zentrum gliedert sich in zwei Teilinitiativen, die sich in mehreren Standorten in Bayern und Mecklenburg-Vorpommern organisieren. Dafür werden vor Ort geeignete Infrastrukturen aufgebaut. Für die Projektarbeit greifen die Forscherinnen und Forscher auf gemeinsame Methoden- und Technologiebaukästen aus den Bereichen Robotik und Automatisierung, Sensorik, Analytik und Aktorik, KI und Big Data sowie Konstruktion,

Produktion und Verfahrenstechnik zurück. Auf diese Weise lassen sich die jeweiligen Kernkompetenzen der einzelnen Institute effektiv bündeln und komplexe Systemlösungen standortübergreifend für unterschiedliche Anwendungsfelder realisieren – auch unter Einbeziehung regionaler und überregionaler Kooperationspartner.

Das Fraunhofer EMFT bringt seine Kompetenzen in den Bereichen Sensorlösungen, Systemintegration und Mikroaktork in das Zentrum ein, um innovative Technologien und Systeme zur Messung von verschiedenen Umweltparametern u.a. bei Pflanzenzucht und Tierhaltung zu entwickeln (→ siehe Onplant Sensorik auf Seite 35). Bei der Analyse und Weiterverarbeitung der Sensordaten kommen die Kompetenzen der Forschenden im Bereich Machine Learning für Sensorsysteme zum Einsatz. Um sichere und robuste Funktionalität der Systeme unter harten Umweltbedingungen zu gewährleisten, wendet das Fraunhofer EMFT ihre umfangreichen Kompetenzen im Bereich sichere Elektronik an.

Holistischer Ansatz – die Motivation des Fraunhofer-Zentrums; © Fraunhofer IGD



Munich Quantum Valley

Das Munich Quantum Valley e.V. (MQV) ist eine gemeinsame Forschungsplattform der Bayerischen Akademie der Wissenschaften (BAW), dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), der Fraunhofer-Gesellschaft (FhG), der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU), der Ludwig-Maximilians-Universität München (LMU), der Max-Planck-Gesellschaft (MPG) und der Technischen Universität München (TUM).

Ziel des Munich Quantum Valley e.V. als Drehscheibe zwischen Forschung, Industrie und Öffentlichkeit ist die Förderung der Quantentechnologie und Quantenwissenschaft in Bayern. Im Rahmen der Plattform sollen in Bayern wettbewerbsfähige Quantencomputer (QC) entwickelt und zum Einsatz gebracht werden. Der Fokus liegt dabei auf den drei vielversprechendsten Technologieplattformen: supraleitenden, Neutralatom- und trapped-ion-Qubit-Systemen. In einem einzigartigen ganzheitlichen Ansatz treiben die Forschenden die Technologieentwicklung auf allen Ebenen (»QC-Stack«) gleichzeitig voran, die für den Aufbau und erfolgreichen Betrieb eines QC notwendig sind. Diese reichen von der Hardware, der Qubit Technologie über die Quanten-Kontrolle und Quanten Software bis zu Quanten-Algorithmen und deren Anwendungen.

→ Mehr Infos zum Forschungsprojekt „Auf dem Weg zum Quantencomputer: Höhere Skalierbarkeit von Qubits“ auf Seite 16



Low-Noise-Varicaps im QFN-Package für LTE, 5G, 6G Anwendungen

Um einen effizienten Wissenstransfer von der Forschung in die Industrie zu gewährleisten, soll ein Netzwerk mit internationaler Reichweite aufgebaut werden. Zugleich bietet das MQV maßgeschneiderte Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten in den Bereichen Quantenwissenschaft und -technologie an.

Eine weitere Aufgabe der Plattform ist die zielgruppengerechte Wissenschaftskommunikation, um das Verständnis für Quantentechnologien und deren Nutzen für die Gesellschaft in der Öffentlichkeit zu fördern.

Das Munich Quantum Valley ist ein eingetragener Verein und wird vom Freistaat Bayern gefördert.

Universitäten und Hochschulen



Technische Universität München (TUM)

- Prof. Amelie Hagelauer ist nicht nur Institutsleiterin des Fraunhofer EMFT, sondern hält auch den TUM-Lehrstuhl für **Mikro- und Nanosystemtechnik**. Ihre Forschung und Lehre beschäftigen sich mit der integrierten wie auch diskreten Schaltungstechnik zur Realisierung mikroelektronischer Systeme in der Kommunikation, der Radartechnik, der Automobiltechnik, der Medizintechnik und der Sensorik.
- Prof. Marc Tornow, Ko-Leitung der Abteilung Siliziumtechnologien und Devices, ist gleichzeitig auch Leiter der Professur für **Molekularelektronik** und forscht an nanoskaligen Bauelementen der biomolekularen, neuromorphen und Quantenelektronik.
- Außerdem besteht eine langjährige Zusammenarbeit mit Prof. Gabriele Schrag, der kommissarischen Leiterin des Lehrstuhls für **Technische Elektrophysik**. Der Forschungsfokus liegt hier auf der physikalisch basierten Modellierung, der numerischen Simulation sowie der Charakterisierung und Diagnostik von Fertigungsprozessen und Betriebsverhalten mikrostrukturierter Bauteile.

Universität der Bundeswehr München

- Zwischen der Fakultät für **Elektro- und Informationstechnik** der Universität der Bundeswehr München und dem Fraunhofer EMFT besteht eine intensive Zusammenarbeit – nicht zuletzt aufgrund der personellen Verzahnung: Seit 2012 lehrt neben dem Fraunhofer EMFT-Institutsleiter Prof. Christoph Kutter (Professur für Polytronik) auch Prof. Linus Maurer, Abteilungsleiter von Circuits & Systems an der Universität (Professur für Integrierte Schaltungen und Elektronische Bauelemente).
- Darüber hinaus hat Dr. Sabine Trupp, Leiterin des Leistungszentrums »Sichere intelligente Systeme«, an der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik im Institut für Physik im Bereich der Gassensorik habilitiert.
- Aufgrund der komplementären Reinräume ergänzen sich das Fraunhofer EMFT und die Universität der Bundeswehr auf ideale Weise.



Hochschule München

- Die Fraunhofer EMFT-Business Developerin Dr. Karin Bauer ist zudem Dozentin und Lehrbeauftragte an der Fakultät für **Angewandte Naturwissenschaften und Mechatronik**. Dort bietet sie für den Masterstudiengang »Mikro- und Nanotechnik« sowie den internationalen Studiengang »Micro and Nanotechnology« die Veranstaltung »Microfluidics and Applications« an. In der Vorlesung befassen sich die Studierenden mit »Applied Micro-Nano-Technology and Systems«.

Universität Regensburg

- Das Fraunhofer EMFT hat eine langjährige Kooperation mit dem Institut für **Analytische Chemie, Chemo- und Biosensorik** der Universität Regensburg. Seit 1. Januar 2017 leitet Prof. Joachim Wegener in Regensburg die Fraunhofer EMFT-Gruppe Zellbasierte Sensorik (ZBS). Joachim Wegener ist Professor für Bioanalytik und Biosensorik und arbeitet mit seiner Gruppe schwerpunktmäßig an der Entwicklung physikalischer Sensoren, mit denen es möglich ist, lebende Zellen nichtinvasiv und labelfrei zu untersuchen. Die Kombination mit den mikro- und polymerelektronischen Kompetenzen des Fraunhofer EMFT soll neue Anwendungsfelder in Bioanalytik und Biotechnologie erschließen.



Hochschule Landshut

- Als Lehrbeauftragter an der Fakultät **Elektrotechnik und Wirtschaftsingenieurwesen** ist Dr. Frank Ansorge, Leiter des Zentrums für Verbindungstechnik in der Elektronik (ZVE), die Schnittstelle für die Kooperation zwischen dem Fraunhofer EMFT und der Hochschule für angewandte Wissenschaften Landshut. 2016 startete der Masterstudiengang »Bordnetz-Entwicklung« an der HAW. Die zugehörige Lehrveranstaltung »Elektrische Verbindungstechnik« (Electrical Connection Methods) beschäftigt sich schwerpunktmäßig mit den Grundlagen der Kontaktphysik, der Kontaktmaterialien und der Kontaktierungsverfahren. Weitere Themen sind die Techniken der Schadensanalyse und Analysemethoden von Bordnetzkomponenten.



Universität Kassel

- Der Lehrauftrag von Dr. Erkan Isa im Fachbereich **Elektrotechnik und Informatik** der Universität Kassel bildet die Grundlage für die Kooperation zwischen dem Fraunhofer EMFT und der Universität Kassel.

Die Vorlesung des Habilitanden konzentriert sich auf integrierte HF-Sensorsysteme, und beleuchtet die Zusammenhänge zwischen technologischen und wirtschaftlichen Herausforderungen in der Wertschöpfungskette solcher Systeme. Die Inhalte des Kurses werden durch laufende europäische Förderprojekte unterstützt und spiegeln das am Fraunhofer EMFT erworbene Forschungs-Know-how wider.

Nachwuchsförderung

Dem Fraunhofer EMFT ist es als Forschungsinstitut ein besonderes Anliegen, für gut ausgebildete Nachwuchskräfte zu sorgen. Denn der Schlüssel zum Erfolg sind definitiv unsere Mitarbeitenden. Individuelle Potentiale müssen erkannt und gefördert werden. Was aber, wenn der potentielle Nachwuchs von morgen noch gar keine Berührungspunkte mit den MINT-Themen hatte? Soll heißen, vielleicht wäre Interesse da, nur weiß keiner davon. Das Naturwissenschafts-Gen könnte also in der einen oder anderen bereits schlummern, müsste aber schlichtweg noch wachgerüttelt werden. Neugierde für Wissenschaft und Forschung zu wecken ist auch Aufgabe des Fraunhofer EMFT. Gerade Schülerinnen und Studenten möchten wir bereits vor ihrem Start ins Berufsleben »abholen« und mit Informationen versorgen: Welche Karrieremöglichkeiten gibt es? Ein Arbeitsplatz im Labor, Reinraum oder Büro? Mit welchen Themen beschäftigen sich unsere Forschenden tagtäglich? Was sind die Benefits? Veranstaltungen in Präsenz spielen hier eine ausschlaggebende Rolle: Man gibt dem Institut ein Gesicht und offene Fragen können oftmals schneller geklärt werden. 2022 waren Events endlich wieder möglich und das haben wir uns nicht zweimal sagen lassen: Vom Fraunhofer Wissenschaftscampus über Schulklassenbesuche bis hin zum Roofs Festival im Olympiapark (→ Seite 39 und Seite 55) – mit den Menschen direkt in Kontakt zu treten macht einfach so viel mehr Spaß!

→ Mehr Infos zur Karriere am Fraunhofer EMFT auf Seite 66

Girls' Day 2022

Von der virtuellen Reinraumführung bis hin zum ökologischen Rucksack eines Smartphones: Die Pandemie hat uns auch dieses Jahr nicht aufgehalten und wir hatten wieder einen tollen Girls' Day mit vielen spannenden Themen. Das Programm bot u.a. einen 360 Grad Rundgang, bei dem

unsere Mitarbeiterin Sabine Scherbaum den 14 Teilnehmerinnen das Arbeiten im Reinraum näherbrachte: Wieso muss dort alles so sauber sein, was ist besonders zu beachten und wie aufwändig ist der Betrieb eines Reinraums eigentlich - diese und viele andere Fragen wurden den Mädchen vor

Ort beantwortet. Zur Anregung für die Zukunft nahm Sabine die Gruppe anschließend mit auf die Reise durch den Lebenszyklus eines Smartphones. Die Gesichter wurden immer ernster, als Sabine die sozialen und ökologischen Auswirkungen der Smartphone-Produktion aufzeigte. Die Thematik soll aber natürlich nicht nur die Teilnehmerinnen unseres Girls' Days zum Denken anregen, sondern uns alle.

Besuche von Schulklassen und Studiengruppen

Für den Besuch am Fraunhofer EMFT war den Schülerinnen und Studenten dieses Jahr kein Weg zu weit. Den Beginn machte eine 12. Klasse des Herzog-Ernst-Gymnasiums aus Uelzen. Die Schülerinnen und Schüler aus einem Biologie- und Mathematikurs legten im Rahmen ihrer Klassenfahrt einen Stopp am Fraunhofer EMFT ein. Während unser Kollege Martin



Schulklassenbesuch 12. Klasse



Virtuelle Laborführung beim Girls' Day

Richter der Gruppe einen Einblick in den Forschungsbereich Mikrodosiersysteme gab, führte unsere Kollegin Sabine Scherbaum die Schülerinnen und Schüler in die Materialien und Prozesse der Mikroelektronik ein. Anschließend wurde ihnen bei einem Rundgang noch unser Institut gezeigt.

Im November bekamen wir Besuch von einer Studiengruppe der Universität Belgrad: Unsere Institutsleiterin Amelie Hagelauer empfing die Studentinnen und Studenten aus dem Studiengang der Elektrotechnik ganz herzlich und stellte ihnen anschließend das Fraunhofer EMFT vor. In einzelnen Vorträgen unserer Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler erfuhren die Gäste etwas über die Forschung unseres Instituts im Bereich Circuit Design in der Gruppe Analyse und Test und Flexible Systeme.

Fraunhofer Wissenschaftscampus 2022

Mission »MINT« hieß es Anfang Oktober in München und Holzkirchen: Der Fraunhofer Wissenschaftscampus 2022 richtete sich speziell an Frauen. Diese sind bis heute in den Fächern Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik stark unterrepräsentiert und das wollen wir natürlich ändern! Und wie könnte man das besser, als den Studentinnen vor Ort einen Einblick in unsere Arbeit zu geben? In der 3-tägigen Veranstaltung stellten nicht nur das Fraunhofer EMFT, sondern auch das Fraunhofer IKS und das Fraunhofer IBP ihre Forschungsthemen vor. In München und Holzkirchen fanden Fachvorträge, Workshops und Führungen für die Karriereplanung in Wissenschaft und Forschung statt. Am Fraunhofer EMFT durften die Studentinnen und Absolventinnen in die Welt der zukunftsweisenden Lösungen für Halbleiterprozesse, MEMS-Technologien sowie 3D-Integration und Folienelektronik eintauchen. Dabei stieß besonders die Arbeit im Reinraum auf großes Interesse. Am Folgetag war unser Institut Gastgeber für zwei Managementseminare: »Karrierewege in Forschung und Wissenschaft« und »Was bedeutet gute wissenschaftliche Praxis in der Fraunhofer-Gesellschaft?«. Am Nachmittag gab es im Rahmen des Karrieremarktes die Möglichkeit, sich über Jobangebote und Karrierepfade bei Fraunhofer und Fraunhofer EMFT auszutauschen. Die jungen Frauen holten sich dort noch weitere Tipps. Insbesondere unsere Personalleiterin, Katrin Menz, war hier sehr gefragt: Die Teilnehmerinnen bekamen bei ihr noch offene Fragen zum Bewerbungsprozess aus allererster Hand beantwortet.



Fraunhofer Wissenschaftscampus

Schülerpraktikum

Leiterbahnfertigung mittels Lasertechnologie, Mikroskopie und Datenerfassung waren u.a. Themen eines einwöchigen Praktikums für zwei Schüler im Februar. Ramon Linke und Erwin Yacoub-George von den Teams Analyse & Test bzw. Thin Silicon zeigten den beiden Arbeitstechniken zur nasschemischen Präparation in der Mikroelektronik. Die zwei Schüler

konnten im Zuge dessen auch den Halbleiterreinraum von innen sehen. Und da man so einen Reinraum nicht jeden Tag zu Gesicht bekommt und dies auch mit zusätzlichen Sicherheitsvorkehrungen verbunden ist, machte es das Ganze gleich noch etwas spannender. Am Ende ihrer Praktikumswoche durfte dann noch fleißig selbst gelötet werden – Ergebnis: ein elektronisches Teelicht.

Für eine junge Schülerin vom Gymnasium Kirchheim bei München ging es im Juli für ein Praktikum in das Team Analyse & Test von Ramon Linke. Da sich die Jugendliche auch in ihrer Freizeit für das Programmieren begeistern kann, war der Schwerpunkt der Schnupperwoche schnell gefunden. Während ihrer Zeit bei uns durfte sie selbstständig Verifikationsmessungen automatisiert mit Python auswerten und anschließend mit dem Standard für HBM-Messungen vergleichen. Eine Führung durch das Elektronische Messlabor und die nähere Inspektion des Reinraums rundeten ihre Praktikumswoche ab.

Und last but not least dürfen wir noch unseren jetzigen Azubi Symeon Karousis vorstellen, der im Zuge eines Praktikums in das Team Polytronische Technologien von Dieter Hemmetzberger kam. Während dieser Zeit hat er so Einiges über die elektronische Messtechnik erfahren und sein Interesse wurde von Tag zu Tag mehr geweckt. Während dieser Zeit bekam er auch einen Einblick in die verschiedenen Laborarbeiten des Fraunhofer EMFT. Am Ende des Praktikums war für beide Seiten schnell klar: Das passt! Es wurde nicht lange gefackelt und Herrn Karousis im Anschluss eine Ausbildung zum Mikrotechnologen angeboten.

Am Beispiel von Herrn Karousis zeigt sich wieder einmal mehr, wie wichtig Praktika sind: Die Jugendlichen können im Vorfeld herausfinden, welche Themen sie nicht nur in der Theorie, sondern auch in der Praxis begeistern und ob der Arbeitgeber auch der Richtige für sie ist. Unser Ziel als Forschungsinstitut ist es, den jungen Erwachsenen den Arbeitsalltag von Forschenden etwas näherzubringen. Zudem bekommen auch wir einen besseren Eindruck davon, ob der- oder diejenige auch ins Team passt: Eine klassische Win-Win-Situation.

→ Mehr Infos zur Ausbildung von Symeon Klaus Karousis auf Seite 66



Schulklassenbesuch 12. Klasse



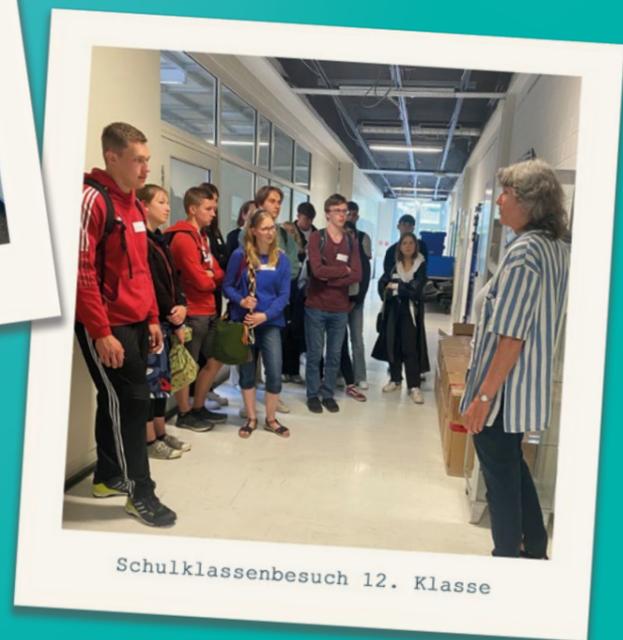
Fraunhofer Wissenschaftscampus



Fraunhofer Wissenschaftscampus



Schulklassenbesuch 12. Klasse



Schulklassenbesuch 12. Klasse



Herausforderungen wie der Klimawandel, die Energiewende, Krankheitsbekämpfung oder der technologische Wandel können ohne MINT-Kompetenzen nicht verstanden und ohne MINT-Fachkräfte nicht gelöst werden. Bildung in Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und Technik bereitet die Grundlagen für eine digitale und nachhaltige Gesellschaft.«

BMBF,
Bundesministerium für Bildung und Forschung

Karriere am Fraunhofer EMFT

Symeon Klaus Karousis, Auszubildender

Seit dem 03. Oktober 2022 bin ich in der Abteilung Flexible Systeme und mache dort eine Ausbildung zum Mikrotechnologen. Der Fokus liegt in der Entwicklung und Herstellung von Mikrosystemen. Meine Gruppe »Polytronische Technologien« und deren Tätigkeiten kannte ich bereits aus meinem vorherigen Praktikum dort. Schon während der Praxiswochen hat mich die Arbeit fasziniert. Ich komme mit vielen verschiedenen Fachbereichen in Berührung, wie Chemie, Physik, Mathematik und Elektrotechnik. Aber auch die Sicherheit und der Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz sowie die Dokumentation und Optimierung von Produktionsprozessen sind Bestandteile meiner Arbeit. Durch die duale Ausbildung wird es nie langweilig: Während ich das theoretische Fachwissen an der Berufsschule in Itzehoe erlerne, wird mir das Praktische am Institut beigebracht. Ganz besonders gefällt mir, dass ich viele neue Eindrücke im technologischen Arbeiten erhalte. Aber auch das Einrichten und Bedienen der Anlagen und Maschinen machen mir Spaß. Ich arbeite gern in meinem Team, dadurch bekomme ich immer neue und interessante Dinge gezeigt. Ich überlege, nach Abschluss meiner Berufsausbildung noch eine Weiterbildung zum Techniker zu machen.



Anne Hüttenrauch, Werkstudentin

Ich bin noch relativ frisch am Fraunhofer EMFT: Am 01. Oktober 2022 habe ich als Werkstudentin im Bereich Personal/ HR angefangen zu arbeiten. Dort unterstütze ich bei Vertragsvorbereitungen, insbesondere für studentische Hilfskräfte, Praktikantinnen, Bacheloranden und Masteranden. Außerdem führe ich das Onboarding für neue studentische Hilfskräfte durch, erstelle Arbeitszeugnisse und Stellenausschreibungen. Zusätzlich erfasse ich Personalstammdaten und Vertragsdaten in SAP und erstelle Auswertungen. Das Personalmanagement ist ein komplett neuer Arbeitsbereich für mich. Umso schöner finde ich es, dass ich hier am Institut die Möglichkeit bekomme, mich darin auszuprobieren, weiterzuentwickeln und Neues zu entdecken. Ich könnte mir auch zukünftig vorstellen in dem Bereich tätig zu sein. Ich bin zwei Tage die Woche am Institut und freue mich jedes Mal, ins Büro zu kommen – das ist viel wert. Ich schätze das Miteinander und die Arbeitsatmosphäre. Als nächstes steht meine Masterarbeit an, die ich im Juli 2023 an der LMU abschließen möchte.



Bao Trung Duong, Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Angefangen habe ich im Dezember 2021 als Masterand in der Abteilung Weiterbildung und Technologie-Transfer ICS-WE. Mein Team und ich haben dort nach einer Methode geforscht, die eine Überwachung des physischen Zustands von Pflanzen zulässt. Die Auswahl fiel auf einen Ansatz, bei dem ein direktes Drucken von flexiblen und leitfähigen Strukturen auf Pflanzenblätter möglich ist. Mithilfe dieses Verfahrens können später die Vitaldaten der Pflanzen schnell und einfach ermittelt werden, ohne diese physisch zu beschädigen. Im Laufe der Zeit konnte ich mir einen guten Überblick über die unterschiedlichen Aufgabengebiete des Fraunhofer EMFT verschaffen. Spannend finde ich vor allem die Forschung an verschiedenen Bleeding Edge Technologien, welche im Vergleich zur Grundlagenforschung Anwendung in Industrie und Alltag finden. Wenn ich Fragen hatte oder Unterstützung gebraucht habe, waren meine Kollegen immer für mich da. Durch deren Kompetenz war es mir möglich, viele neue Erfahrungen zu sammeln, die für meine weiterführende Karriere essenziell sind. Mittlerweile habe ich meinen Master erfolgreich abgeschlossen und arbeite nun als wissenschaftlicher Mitarbeiter. Mein nächstes Ziel ist die Promotion.



Kamil M. Turewicz, Auszubildender

Im September 2021 habe ich meine Ausbildung zum Fachinformatiker im Bereich IT-Services am Fraunhofer EMFT begonnen. Eine meiner Hauptaufgaben ist der Support, ich bin also der erste Ansprechpartner, wenn Mitarbeitende Fragen haben und Unterstützung brauchen. Seit kurzer Zeit habe ich aber auch ein eigenes Projekt, dieses umfasst das Monitoring unseres Instituts. In der IT dient das Monitoring vor allem dazu, Ausfälle und Störfaktoren schnellstmöglich zu erkennen und die Quelle der Probleme frühzeitig zu identifizieren, bevor es überhaupt zu Ausfällen kommt. Um das zu gewährleisten, schaue ich mir zum Beispiel verschiedene Anbieter von Monitoring Tools an, vergleiche diese und vereinbare Termine für Demonstrationen. Bei Fragen dazu kann ich mich jederzeit an meine Ausbilderin wenden. Aber auch kleinere Aufgaben wie das Anschließen eines neuen Servers fallen in meinen Tätigkeitsbereich. Besonders gefällt mir die Dynamik und Stimmung im Team. Wertschätzung wird hier großgeschrieben und auch bei der Einarbeitung in neue Themen wird mir immer viel Verständnis und Geduld entgegengebracht. Ich fühle mich hier sehr wohl und kann mir deshalb gut vorstellen, auch nach Beendigung meiner Ausbildung beim Fraunhofer EMFT zu bleiben.



Helena Goletz, Werkstudentin

Ich habe am 01. März 2022 als Werkstudentin in der Marketing- und Kommunikationsabteilung angefangen zu arbeiten. Der Fokus meiner Arbeit liegt allen voran im Social Media Bereich, d.h. ich bereite Beiträge für Kanäle wie LinkedIn und Instagram vor und belebe diese mit Bildern, Videos und Stories. Aber auch die Bearbeitung und Optimierung unserer Instituts-Website sowie das Texten für Artikel und Infoblätter gehört zu meinen Tätigkeiten. Am besten gefällt mir die Zusammenarbeit mit meinem tollen, hilfsbereiten und stets lustigen Team. Aber auch, dass jeder Tag anders ist. Dadurch, dass wir im Marketing in viele Vorgänge involviert sind, bekommt man jeden Tag neue Einblicke in verschiedene Bereiche. Die Arbeit wird dadurch nie langweilig. Außerdem lerne ich durch die Zusammenarbeit mit den Forschenden sehr viel dazu, vor allem an Fachwissen, mit dem ich in meinem Alltag vielleicht nicht unbedingt in Berührung gekommen wäre. Alles in allem macht die Arbeit einfach Spaß, ist abwechslungsreich und bereichernd. Mit Blick auf meine Karriere möchte ich erstmal meinen Master in Fachjournalismus und Unternehmenskommunikation an der THWS in Würzburg abschließen und dann sehe ich weiter.

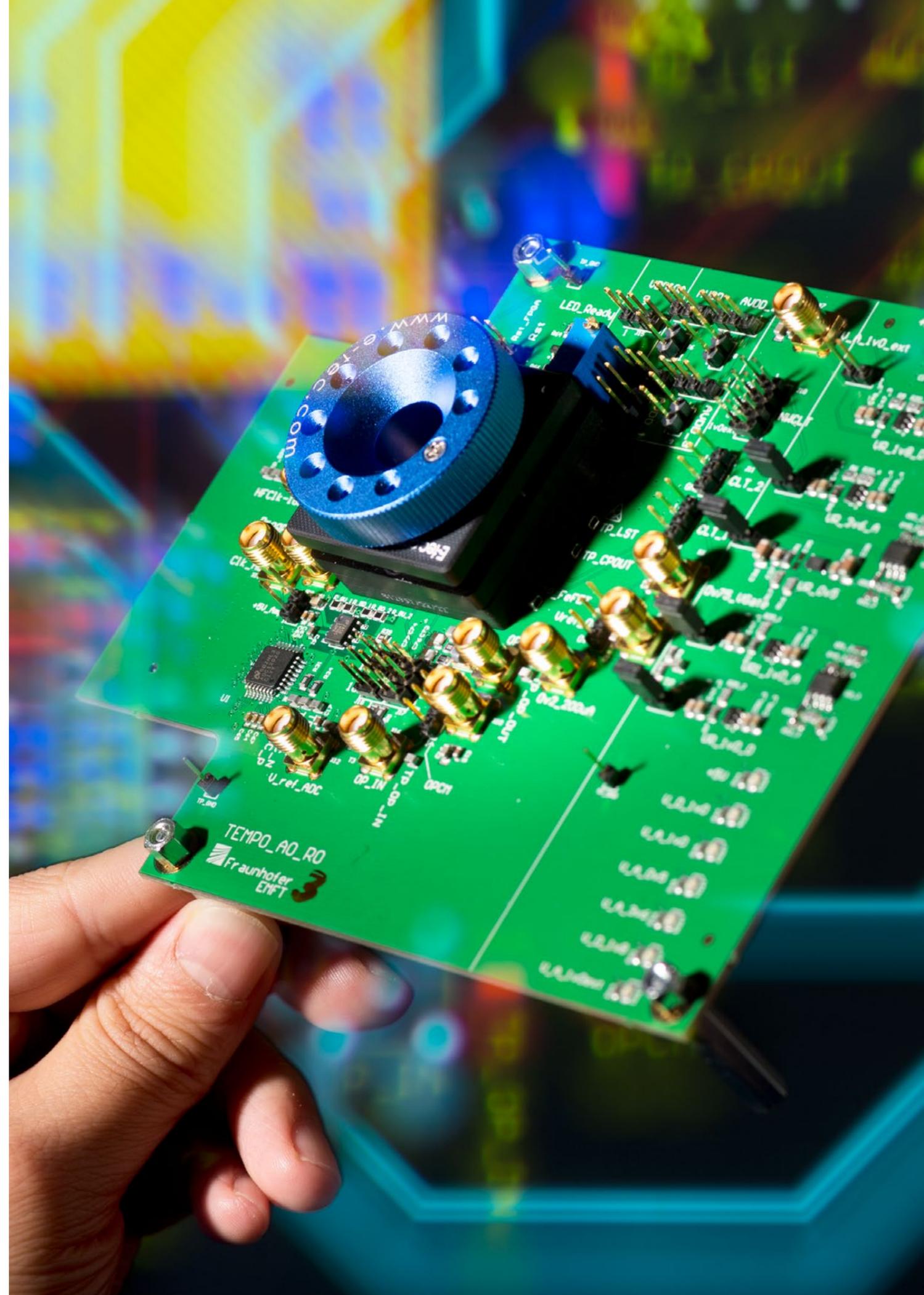


Florian Rieger, Wissenschaftlicher Mitarbeiter

Seit dem 01. September 2022 bin ich beim Fraunhofer EMFT als wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Circuits & Systems. In der Gruppe Machine Learning Enhanced Sensor Systems arbeite ich, wie der Name schon sagt, daran, Sensorsignale mit Machine-Learning-Modellen zu verknüpfen, um daraus neue Erkenntnisse zu gewinnen. Der Fokus liegt dabei stark auf dem Thema Predictive Maintenance, bei dem ich mithilfe von künstlicher Intelligenz anhand von Zeitreihendaten versuche, vorherzusagen, wann bestimmte Maschinenteile ausfallen. Durch diesen Informationsgewinn werden rechtzeitige Wartungen ermöglicht und größere Schäden verhindert. Ich habe sehr viel Freiheit in der Gestaltung meiner Arbeit, sowohl was Arbeitszeit und Home-Office angeht, als auch bei der Herangehensweise bei den Projekten, in denen ich mitarbeite. Meine Kollegen sind super nett und hilfsbereit und es herrscht allgemein eine gute Atmosphäre im Büro. Besonders schätze ich die Möglichkeit, an verschiedenen Projekten mitarbeiten zu dürfen und so viele spannende Themen, sowie Partner aus Industrie und Forschung kennenzulernen. Mein Ziel für die Zukunft ist es meine Kenntnisse im Bereich Machine Learning weiter zu vertiefen.



Evaluation Board für den Neuromorphic Computing Chips (TEMPO)



Kontakt

Fraunhofer-Institut für Elektronische Mikrosysteme und Festkörper-Technologien EMFT

Hansastraße 27d
80686 München
www.emft.fraunhofer.de

Tel.: +49 89 54759-0
Fax: +49 89 54759-100

Institutsleitung



Prof. Dr. Amelie Hagelauer
Tel.: +49 89 54759-300
Amelie.Hagelauer@emft.fraunhofer.de



Prof. Dr. Christoph Kutter
Tel.: +49 89 54759-500
Christoph.Kutter@emft.fraunhofer.de

Verwaltungsleitung



Andrea Keill
Tel.: +49 89 54759-507
Andrea.Keill@emft.fraunhofer.de



Katrin Menz
Tel.: +49 89 54759-506
Katrin.Menz@emft.fraunhofer.de

Business Development



Dr. Karin Bauer
Tel.: +49 89 54759-223
Karin.Bauer@emft.fraunhofer.de

Strategic Projects



Dr. Peter Ramm
Tel.: +49 89 54759-539
Peter.Ramm@emft.fraunhofer.de

Analytik & Technologien



Dominik Muß
Argelsrieder Feld 6
82234 Weßling
Tel. +49 89 54759-430
Dominik.Muss@emft.fraunhofer.de

Circuits & Systems



Prof. Dr. Linus Maurer
Tel.: +49 89 54759-330
Linus.Maurer@emft.fraunhofer.de

Flexible Systeme



Christof Landesberger
Tel.: +49 89 54759-295
Christof.Landesberger@emft.fraunhofer.de

Flexible Systeme



Dr. Alexey Yakushenko
Tel.: +49 89 54759-211
Alexey.Yakushenko@emft.fraunhofer.de

Mikropumpen



Dr. Martin Richter
Tel.: +49 89 54759-455
Martin.Richter@emft.fraunhofer.de

Zellbasierte Sensorik



Prof. Dr. Joachim Wegener
Universitätsstr. 31
93053 Regensburg
Tel.: +49 941 943-4546
Joachim.Wegener@emft.fraunhofer.de

Siliziumtechnologien & Devices



Prof. Dr. Marc Tornow
Tel.: +49 89 54759-551
Marc.Tornow@emft.fraunhofer.de

Siliziumtechnologien & Devices



Dr. Wilfried Lerch
Tel.: +49 89 54759-190
Wilfried.Lerch@emft.fraunhofer.de

Leitung Leistungszentrum LZSiS



Dr. Sabine Trupp
Tel.: +49 89 54759-561
Sabine.Trupp@emft.fraunhofer.de

Marketing, Kommunikation & Strategie



Pirjo Larima-Bellinghoven
Tel.: +49 89 54759-542
Pirjo.Larima-Bellinghoven@emft.fraunhofer.de

Kontakt

Zentrum für Verbindungstechnik in der Elektronik ZVE

Oberpfaffenhofen
Argelsrieder Feld 6
82234 Weßling

Tel.: +49 89 54759-444
Fax: +49 89 54759-415

www.zve-kurse.de

Leiter Weiterbildung und Technologietransfer



Dr.-Ing. Frank Ansorge
Tel.: +49 89 54759-456
Frank.Ansorge@
emft.fraunhofer.de

Veranstaltungsmanagement



Silke Paul
Tel.: +49 89 54759-440
Anmeldung@
emft.fraunhofer.de

Veranstaltungsmanagement



Monika Schmidt
Tel.: +49 89 54759-400
Anmeldung@
emft.fraunhofer.de

Trainer



Lucas Richter
Tel.: +49 89 54759-443
Lucas.Richter@
emft.fraunhofer.de

Trainer



Dirk Schröder
Tel.: +49 89 54759-417
Dirk.Schroeder@
emft.fraunhofer.de

Trainer



Günter Paul
Tel.: +49 89 54759-418
Guenter.Paul@
emft.fraunhofer.de

Impressum

Herausgeber

Fraunhofer-Institut für Elektronische Mikrosysteme
und Festkörper-Technologien EMFT
Hansastraße 27d
80686 München

Titelbild

Resonatoren zur Materialanalyse für supraleitende Qubits auf
200 mm Wafer mit Nb-Beschichtung

Redaktion

Elisa Göbel
Helena Goletz
Pirjo Larima-Bellinghoven
Tina Möbius
Johanna Markl

Bildrechte

Falls in der jeweiligen Bildunterschrift nicht anders vermerkt,
liegen die Bildrechte beim Fraunhofer EMFT.

Fotografien

Chen Galili: S. 41 & 56
Elias Melzer: S. 35 & 48
Elisa Göbel: S. 38, 39, 40 & 55
Johanna Markl / Elisa Göbel: S. 62, 63, 64 & 65
Michael Henfling: S. 41
Privat: S. 66, 67, 68 sowie 70 unten links und rechts

Layout, Satz und Produktion

Johanna Markl

Alle restlichen Fotografien: Bernd Müller Fotografie

Druck

Grafik + Druck digital K.P. GmbH
www.grafik-druck.de

Kontakt

Fraunhofer EMFT
Marketing, Kommunikation & Strategie
Hansastraße 27d
80686 München
contact@emft.fraunhofer.de

© Fraunhofer EMFT, 2023

Fraunhofer EMFT

Sensoren und Aktoren
für Mensch und Umwelt

www.emft.fraunhofer.de

