

Jahresbericht 2021 / 2022

Anwendungsorientiert forschen,
zuverlässig entwickeln

Jahresbericht 2021/2022



Anwendungsorientiert forschen,
zuverlässig entwickeln



**Forschung ist
Motivation.
Diesem inneren
Antrieb verdanken
wir ein überaus
erfolgreiches
Geschäftsjahr.«**

Prof. Martin Schneider-Ramelow
Komm. Institutsleiter des Fraunhofer IZM

Inhalt

Vorwort	4
Fraunhofer IZM	
Kernkompetenzen	6
Abteilung System Integration & Interconnection Technologies	8
Abteilung Wafer Level System Integration	9
Abteilung Environmental & Reliability Engineering	10
Abteilung RF & Smart Sensor Systems	11
Fraunhofer – ein starkes Netzwerk	12
Geschäftsfelder und Branchen	14
Ausstattung und Leistungen	26
Events & Nachwuchsförderung	28
Facts & Figures	36
Das Fraunhofer IZM in Zahlen und Fakten	37
Auszeichnungen	38
Best Paper, Dissertationen, Editorials	40
Vorlesungen	41
Kooperationen mit Universitäten	42
Kooperationen mit der Industrie	43
Mitgliedschaften	44
Publikationen	45
Patente & Erfindungen	50
Kuratorium	51
Kontakt	52
Impressum	54



Vorwort

Liebe Leserinnen und Leser,

neue Ziele und Denkweisen bestimmten das Jahr 2021, in dem wir uns zwischen Pandemie, globalen Herausforderungen, humanitären Krisen, aber auch Zuversicht auf Gemeinschaft und Erkenntnis bewegten. Diese Zuversicht ließ uns am Fraunhofer IZM das zweite Corona-Jahr meistern, in dem unsere Labore trotz schwieriger Randbedingungen durchgehend für Forschung und Entwicklung geöffnet blieben. Hier gestaltet das Fraunhofer IZM neben Lösungen für die großen Herausforderungen der Digitalisierung maßgebliche gesellschaftliche und technologische Trends – allen voran mit einem Fokus auf Quanten- und Neuromorphic Computing, Green ICT, die neuen Mobilfunkstandards 5G und 6G, vertrauenswürdige Elektronik sowie bioelektronische Lösungen für die Medizintechnik.

Um das vergangene Jahr Revue passieren zu lassen, blicken wir gemeinsam auf eine Auswahl der herausragenden Weiterentwicklungen und Projekte unseres Instituts zurück:

- Mit dem Aufbau des mit Unterstützung des Berliner Senats entstandenen Quantum Packaging Labors und der Beteiligung an weiteren Quantenprojekten sind wir den angewandten Quantentechnologien mit ihrem weitreichenden Zukunftspotenzial einen wesentlichen Schritt näher gekommen.

- Zwei Fraunhofer-Leitprojekte, ZEPOWEL und eHarsh, wurden unter Beteiligung des Fraunhofer IZM erfolgreich abgeschlossen. So konnten z. B. in ZEPOWEL extrem energieeffiziente modulare IoT-Knoten entwickelt werden, um den steigenden Energieverbrauch der schnell wachsenden Knotenzahl zu senken.
- Unsere Forschenden haben mit Partnern im BMBF-geförderten Projekt GlaRA gezeigt, wie auch kleine und mittelständische Unternehmen eine Glas-Package-Plattform mit Glasinterposer aufbauen und für Hochfrequenzanwendungen nutzen können.
- Im EU-Projekt PolyCE leisteten Fraunhofer IZM-Expert*innen einen Beitrag zur Untersuchung einer ganzheitlichen Kreislaufwirtschaft für Kunststoffmaterialien in Elektro- und Elektronikgeräten. Die Handlungsempfehlungen für effektives Kunststoff-Recycling wurden beim Projektabschluss an den Kommissar für Klimaschutz und Vizepräsidenten der EU-Kommission Frans Timmermans übergeben.
- Für den Bereich der Medizintechnik und Pflege wurde im BMBF-Projekt Omniconnect ein 60-GHz-Radarmodul entwickelt, um die Positionen von Personen und Gegenständen im Wohnbereich zu detektieren und damit die selbstständige Lebensführung älterer oder gebrechlicher Menschen zu unterstützen.
- Sensortransponder mit Antennen, Mikrobatterien und -sensoren sind im Projekt Sens4Bee entstanden: Mit den energieautarken Sensorsystemen sollen die Zusammenhänge zwischen verschiedenen Umwelteinflüssen und dem Verhalten der Bienen untersucht werden.
- Zahlreiche Kundenworkshops vernetzen Forschende mit Industriepartnern, so beispielsweise die erfolgreiche Online-Workshopreihe »Advanced Packaging: Simulation, Technology, and Reliability«, die mit mehreren hundert Teilnehmenden besonders gewinnbringend war.
- Und nicht zuletzt fand im September 2021 zusammen mit der Weißensee Kunsthochschule Berlin die Eröffnung des neuen Textile Prototyping Labs statt, das den weiteren Ausbau unserer Smart-Textile-Aktivitäten an unserem Institut ermöglicht.

All die technologischen Errungenschaften wären ohne die vielen nationalen und transnationalen Kooperationen nicht möglich gewesen, denn wirkungsvolle Forschung ist immer eine Teamleistung. Umso mehr freue ich mich über die langjährig fruchtbare Zusammenarbeit unseres Instituts mit dem Forschungsschwerpunkt Technologien der Mikroperipherik an der Technischen Universität Berlin. Dort wurden im vergangenen Jahr zwei neue Professuren initiiert, deren Besetzung noch im Jahr 2022 erfolgen soll. Neben den Gemeinschaftsleistungen mit Berliner Hochschulen gewannen auch die Kooperationen mit der TU Dresden, der BTU Cottbus-Senftenberg sowie der TU Delft immer weiter an Bedeutung. So wurden beispielsweise am Standort Cottbus das Verbundprojekt iCampus2 als BMBF-gefördertes Innovationszentrum und neue Projekte

im Bereich Hochfrequenz-Sensorsysteme gestartet. Ebenfalls intensiviert der Dresdener Standort, das Fraunhofer IZM-ASSID, seine Kooperationen mit dem Center Nanoelectronics Technologies (CNT) des Fraunhofer IPMS. Die entstehenden Synergien führen die Technologien der Heterointegration auf 300 mm Wafern in Sachsen zu neuen Erkenntnissen und exzellenten Ergebnissen, u. a. bei der Weiterentwicklung der Interposer-Technologie mit passiven und aktiven Komponenten.

Auch innerbetrieblich haben wir im Jahr 2021 nach vorne geblickt: Die Zahlen und Fakten rund um das Fraunhofer IZM zeigen, dass die Herausforderungen der COVID-19-Pandemie uns in Resilienz geschult haben. Wir gewannen Expert*innen hinzu und steigerten die Anzahl der Mitarbeitenden damit auf über 300 (zuzüglich 132 Studierenden). Zugleich stieg auch der gesamte Betriebshaushalt um rund 3 Millionen auf über 42 Millionen Euro, die mit einem herausragenden Anteil von über 40 Prozent in direkten Kooperationen mit Industrieunternehmen erwirtschaftet wurden. Besondere Anerkennung kommt hier dem Dresdener Standort für die Generierung einer breiten Palette industriegebundener Forschung zu.

Mein persönlicher und größter Dank gilt den hochmotivierten Mitarbeitenden des Fraunhofer IZM: In einer Zeit voller Herausforderungen haben Sie zukunftsweisende Impulse gegeben, Ihre Visionen engagiert umgesetzt und vor allem gezeigt, dass und wie wir voneinander lernen können. Ob im Büro, beim mobilen Arbeiten oder in den Laboren, bei der SAP-Einführung oder in der Start-A-Factory: Meinen ausdrücklichen Dank für Ihre Arbeit!

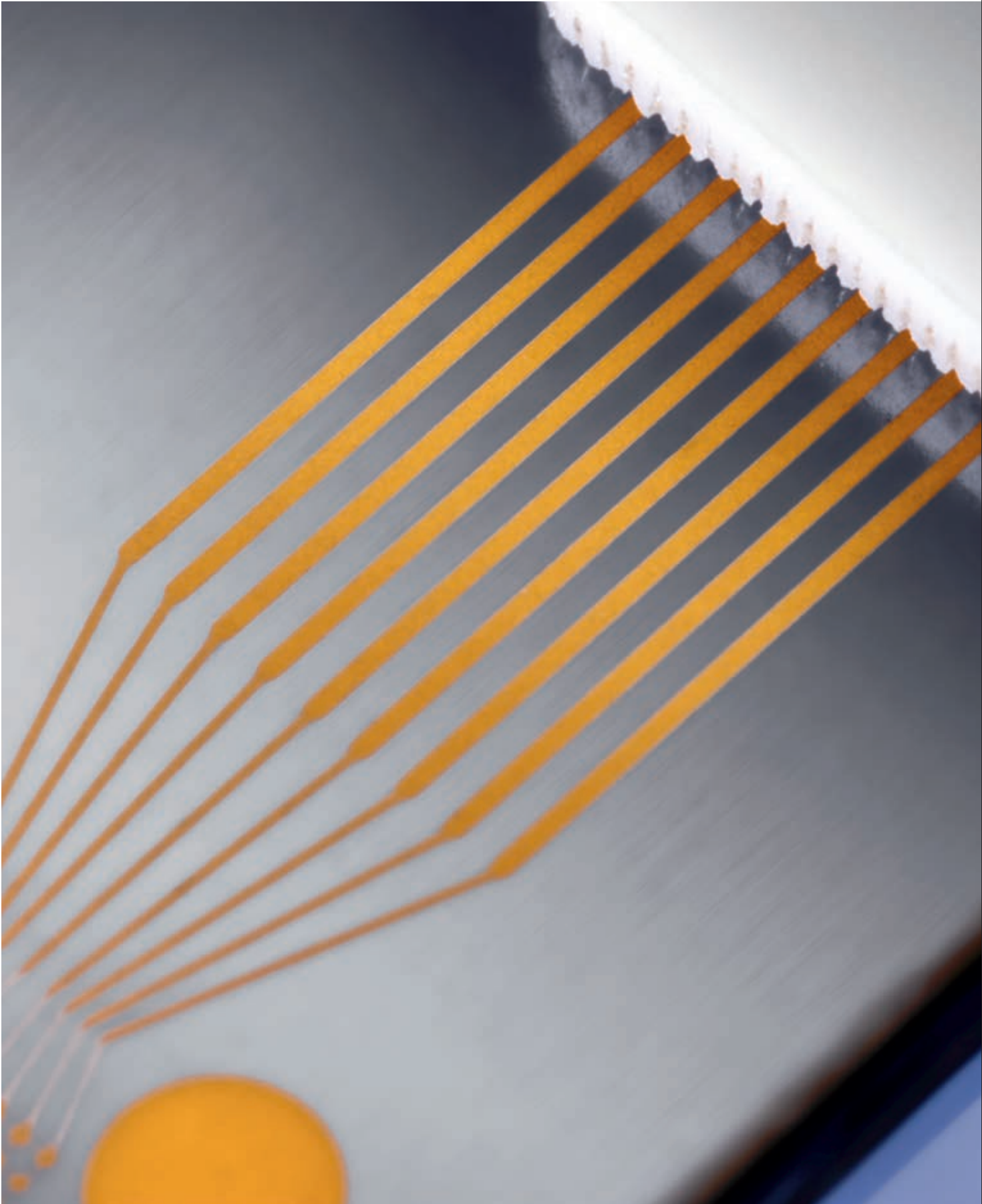
Unmöglich zu vergessen ist auch mein Dank gegenüber allen Partnern aus Industrie und Forschung sowie den Förderern aus der Politik, von Bund und Ländern und den Projektträgern.

Es läge nahe, Ihnen und uns allen für das neue Jahr eine Rückkehr zur Normalität zu wünschen. Viel mehr als das wünsche ich uns jedoch Energie und Kraft, die Zukunft selbstbewusst, kritisch und lebendig zu gestalten – durch Dialog, Wissenschaft und Ideen.

Viel Vergnügen beim Lesen des Jahresberichts!



Ihr Martin Schneider-Ramelow
Institutsleitung



Kernkompetenzen

Vom Wafer zum System

Intelligente Elektroniksysteme – überall verfügbar! Um das zu ermöglichen, müssen ihre Komponenten ungewöhnliche Eigenschaften besitzen. Je nach Anwendung müssen sie hochtemperaturbeständig, besonders langlebig, extrem miniaturisiert, formangepasst oder sogar dehnbar sein. Das Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM unterstützt Firmen weltweit dabei, robuste und zuverlässige Elektronik bis zum Extrem zu entwickeln, aufzubauen und in ihre spezielle Anwendung zu integrieren.

Das Institut entwickelt dafür mit mehr als 438 Mitarbeitenden angepasste Systemintegrationstechnologien auf Wafer-, Chip- und Boardebene. Forschung am Fraunhofer IZM bedeutet, Elektronik zuverlässiger zu gestalten und sichere Aussagen zu ihrer Haltbarkeit zu machen.

Zusammenarbeit mit dem Fraunhofer IZM

Die Forschungsergebnisse des Fraunhofer IZM sind für Anwenderbranchen wie die Automobilindustrie, Medizintechnik oder Industrie-elektronik und selbst für die Beleuchtungs- und Textilindustrie von außerordentlichem Interesse. Halbleiterunternehmen und Zulieferern entsprechender Materialien, Maschinen und Anlagen, aber auch kleinen Unternehmen und Startups stehen die Möglichkeiten offen: von der schnell verfügbaren Standard-Technologie bis zur disruptiven High-End-Entwicklung. Als Partner profitieren Kunden von den Vorteilen der Vertragsforschung: Sie können exklusiv eine Produktinnovation auf den Markt bringen, ein Verfahren verbessern oder einen Prozess prüfen und zertifizieren lassen.

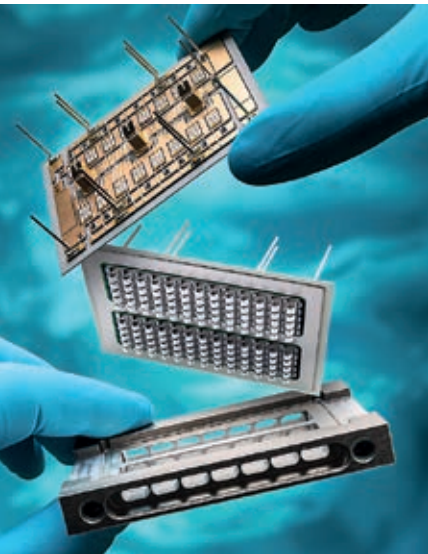
Auftragsforschung

Häufig beginnt eine erfolgreiche Zusammenarbeit mit einer ersten, in der Regel kostenlosen Beratungsphase. Erst wenn der Umfang der Kooperation definiert ist, stellt das Fraunhofer IZM seine FuE-Arbeit in Rechnung. Auftraggebende erhalten das Eigentum an den materiellen Projektergebnissen, die in ihrem Auftrag entwickelt wurden. Darüber hinaus bekommen sie die notwendigen Nutzungsrechte an den dabei geschaffenen Erfindungen, Schutzrechten und dem Know-how.

Projektförderung

Manche Problemstellungen bedürfen vorwettbewerblicher Forschung. Hier bietet es sich an, die Lösung gemeinsam mit mehreren Partnern und der Unterstützung durch öffentliche Fördergelder zu erarbeiten. Um den Vorlauf für zukünftige Projekte mit der Industrie zu garantieren, kooperiert das Institut eng mit verschiedenen Hochschulen, z. B. den Technischen Universitäten Berlin und Dresden und der BTU Cottbus-Senftenberg.

System Integration & Interconnection Technologies



Halbbrückenmodul für einen direkt gekühlten AC/DC-Wandler in einem Formel 1 Rennwagen

Die Abteilung »System Integration and Interconnection Technologies« (SIIT) ist die größte im Institut. Im Fokus ihrer Arbeit steht die heterogene Systemintegration. Durch die Kombination unterschiedlichster Materialien, Bauteile und Technologien eröffnen sich vielfältige Anwendungsfelder, etwa in der Medizintechnik, Automobilproduktion, Luftfahrt, Industrieelektronik oder Kommunikationstechnik. Für jeweils spezifische Anforderungen werden hochintegrierte elektronische und photonische Systeme, Module oder Packages entwickelt und hergestellt. Dabei wird die vollständige Wertschöpfungskette der einzelnen Produkte von der Konzeption, dem Design, über die Technologieentwicklung bis hin zur industrialisierbaren Fertigung abgebildet. Anwendungstechnische Schwerpunkte der Abteilung liegen auf Entwurf, Realisierung und Analyse leistungselektronischer und photonischer Systeme.

Zum Leistungsspektrum der Abteilung gehören zum Beispiel:

- Elektronische und photonische Schaltungsträger: mehrlagige konventionelle, starre und flexible Leiterplatten, zum Teil mit integrierten Komponenten; Mold Packages mit Umverdrahtung; Integration von optischen Wellenleitern in Leiterplatten
- Conformables: dehnbare, thermoplastische und textile Baugruppen
- Bestückung: hochpräzise Chip-Platzierung; automatisierte SMD-Montage; Flip-Chip-Technologie; automatisierte, optische Faserkopplung und Mikrooptik-Montage

- Verbindungstechnologien: Löten, Sintern, Transient Liquid Phase Bonding (TLPB) und Kleben von Bauteilen, Mikrooptiken und Chips; Draht- und Bändchenbonden; galvanische Metallabscheidung und Sputtern; Sieb- und Schablonendruck sowie kontaktlose Materialdosierung durch Jetten; Applikation von Polymerlinsen; integriert-optische Wellenleiter in Dünnglas; Entwicklung neuer Verbindungstechnologien
- Verkapselung: Leiterplattenembedding; Transfer und Compression Molding; Potting und Schutzlackierung; Underfilling und Glob Top
- Verarbeitete Materialien und Techniken: Faserverbundwerkstoffe; Verkapselungsmassen; Weichlote; Sintermaterialien; Glasstrukturierung; mechanische und chemische Metallbearbeitung

Die langjährige Erfahrung unserer Mitarbeiter*innen in Kombination mit einer hochmodernen Geräteausstattung zur Verarbeitung großformatiger Fabrikationsnutzen in der gesamten Fertigung (610x457 mm²; 18'' x 24'') ist weltweit einzigartig. Zur Verfügung stehen ca. 2.500 m² Laborfläche, davon 600 m² Reinraum der ISO-Klassen 5–7. Hier erfolgt die Herstellung komplexer elektrischer oder photonischer Schaltungsträger, die Bestückung von Komponenten auf und die Einbettung in Schaltungsträger oder Gehäuse sowie die Verbindung und Verkapselung der Komponenten. Die realisierten Systeme werden elektrisch und mechanisch getestet und bewertet. Zur Dokumentation und für die Analyse setzen wir abbildende Techniken zur Strukturauflösung bis in den nm-Bereich, optische Funktionsmesstechnik und chemische Analytik bis in den sub-ppm-Bereich ein.

Kontakt

Rolf Aschenbrenner
rolf.aschenbrenner@
izm.fraunhofer.de

Dr.-Ing. Andreas Ostmann
andreas.ostmann@
izm.fraunhofer.de

Wafer Level System Integration

Die Abteilung »Wafer Level System Integration« (WLSI) konzentriert ihre Forschungsaktivitäten auf die Entwicklung von Advanced Packaging- und Systemintegrationstechnologien auf Waferebene und bietet so kundenspezifische Lösungen für mikroelektronische Produkte. Rund 80 Wissenschaftler*innen am Standort des Fraunhofer IZM in Berlin und am Institutsteil »ASSID – All Silicon System Integration Dresden« (mit 2.000 m² Reinraum) forschen in den Bereichen:

- 3D-Integration inkl. Cu-TSV und Wafer Stacking
- Prozessierung und Integrationstechnologien für dünne Wafer
- Heterogene Integration
- Wafer Level Packaging, Fine-Pitch Bumping und Interconnect-Technologien
- Hermetisches MEMS- und Sensor-Packaging
- High-Density Flip-Chip Assembly
- Sensorentwicklung und -integration
- Hybrid Photonic Integration
- Photonic & Plasmonic System Development

Die Abteilung hat an beiden Standorten Leading-Edge-Prozesslinien zu bieten, die eine hohe Flexibilität hinsichtlich der Prozessierung von 200–300 mm Wafern erlauben, sich durch eine hohe Anpassungsfähigkeit und Kompatibilität der Einzelprozesse auszeichnen und insbesondere auf eine fertigungsnahe und industriekompatible Entwicklung und Prozessierung ausgelegt sind. Beide Standorte verfügen über ein vollständig gemäß ISO 9001:2015 zertifiziertes Managementsystem, das höchste Qualitätsstandards in der Projekt- und Prozessarbeit gewährleistet. In zahlreichen Forschungsprojekten werden die bestehenden Fachkenntnisse kontinuierlich erweitert, welche an KMU-Partner in der Entwicklungsphase transferiert werden können. Die Abteilung WLSI hat weltweit ein

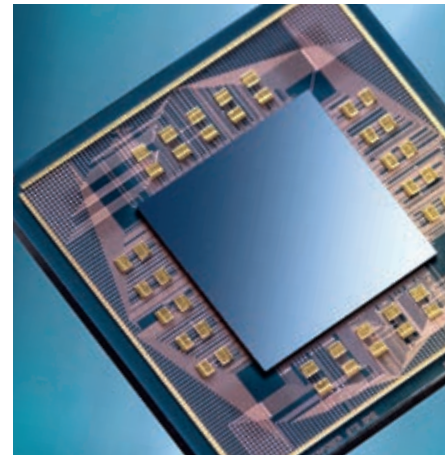
umfangreiches Kooperationsnetzwerk aufgebaut: Hersteller und Anwender von Mikroelektronikprodukten, Anlagenhersteller und Materialentwickler im Mikroelektronikbereich.

Die technologische Expertise liegt in den Bereichen:

- Heterogene Wafer Level Systemintegration
- 3D Wafer Level System-in-Package (WL-SiP, CSP, WSI)
- Applikationsspezifische Cu-TSV-Integration: Via Middle, Via Last, Backside TSV
- Cu-TSV-Interposer mit Mehrlagen-RDL und Mikrokavitäten
- Glas-Interposer mit TGV und Mehrlagen-RDL
- High-Density Interconnect Formation: Mikro-/Nano-Interconnects und Pillar-Bumps mit Lötkappen (Cu, SnAg, CuSn, Au, AuSn, In, InSn, nano-porous Au)
- Pre-Assembly (Dünnen, Handling dünner Wafer, Laser Grooving, Laser Dicing, Laser Debonding, Blade Dicing)
- 3D Assembly (D2D, D2W, W2W)
- 3D Wafer Level Stacking
- Waferbonden, Direct Bond Interconnect (DBI) – W2W (12"), Kleben, Löten
- Mikrosensorentwicklung und -integration
- MEMS Packaging (hermetisch)
- Simulation und Charakterisierung von photonischen und plasmonischen Komponenten und Systemen
- Photonische Systemintegration (inkl. Wellenleiter und Selbstjustage)

Das Serviceangebot für Industriekund*innen umfasst Prozessentwicklung, Materialevaluierung und -qualifizierung, Prototyping, qualifiziertes Low- und Middle-Volume Manufacturing sowie Prozesstransfer.

Die neu entwickelten Technologien werden an die Anforderungen des Kunden angepasst.



Testinterposer für Design- und Funktionsverifizierung des im Projekt USEP entwickelten Risc-V Prozessors in 22FDX® Technologie

Kontakt

Dr.-Ing. Michael Schiffer
michael.schiffer@
izm.fraunhofer.de

M. Jürgen Wolf
juergen.wolf@
izm.fraunhofer.de

Environmental & Reliability Engineering



Umwelt- und Zuverlässigkeitsuntersuchungen begleiten die technologischen Entwicklungen am Fraunhofer IZM

Die Vereinbarkeit von Umwelt und Mikroelektronik hat mittlerweile in der Industrie einen hohen Stellenwert. Das Fraunhofer IZM ist Vorreiter in diesem Forschungsgebiet – die Abteilung »Environmental and Reliability Engineering« unterstützt seit über 20 Jahren Produktentwicklungen und die Vorentwicklung langlebiger und grüner neuer Technologien. Mit der einzigartigen Kombination von Umwelt- und Zuverlässigkeitsuntersuchungen deckt die Abteilung folgende Bereiche ab:

- Umweltbewertung und Ökodesign
- Ressourceneffizienz, Circular Economy und Obsoleszenzforschung
- Zuverlässigkeitsanforderungen, Prüfverfahren und Zustandsüberwachung
- Fehlermechanismen, Lebensdauermodelle und Materialdaten
- Zuverlässigkeitsanalyse und -optimierung mittels Simulationen

Mit einem interdisziplinären Team entwickeln wir Verfahren und Modelle und begleiten unsere Partner bei der Integration umwelt- und zuverlässigkeitsrelevanter Kriterien in den Design- und Entwicklungsprozess. So können wir bei der Einführung neuer Technologien, Materialien, Prozesse, Komponenten und Anwendungen frühzeitig Schwachpunkte und Potenziale identifizieren und geeignete Lösungen aufzeigen.

Eine wichtige gesamtgesellschaftliche Herausforderung liegt in der Eindämmung des steigenden Ressourcenverbrauchs und der Begrenzung von Elektro- und Elektronikschrott. Elektronik ist in keinem Lebensbereich mehr wegzudenken und trägt insgesamt maßgeblich zum Klimawandel bei – gleichzeitig ist Mikroelektronik oft ein Schlüssel für Ressourceneinsparungen und Dekarbonisierung.

Die Anfragen der Industrie, sei es zu Designkonzepten für konkrete Produkte oder zu Umweltverbesserungen von Basistechnologien, steigen derzeit deutlich an. Wir unterstützen auch Zulieferer und kleinere Unternehmen bei der Erarbeitung individueller Klimaschutz- und Ressourceneffizienzziele.

Auch die Langlebigkeit, Demontagefähigkeit und Reparierbarkeit werden zunehmend durch Gesetzgebung, durch Kundenforderungen, die Weiterentwicklung der Standards und als Zuliefererauflage eingefordert. Die applikationsspezifische Zuverlässigkeitsabsicherung spielt hier eine wichtige Rolle, um lange Lebensdauern der ressourcenintensiven Elektronikmodule sicherzustellen.

Im Bereich der Zuverlässigkeitsabsicherung auf Technologieebene werden die Untersuchungsmethoden und Simulationsmodelle permanent weiterentwickelt. Alle wesentlichen Ermüdungsmechanismen und Belastungen von elektronischen Baugruppen werden je nach Anwendung untersucht, dazu gehören mechanische Vibration, Temperatur, Feuchte, Temperaturwechsel sowie Strom- und Spannungsbelastungen. Besonders prägnante Schwerpunkte sind derzeit Warpage und Korrosion. Auf der Basis individuell angepasster Tests und Simulationsmodelle werden die Technologieparameter (Materialauswahl, Geometrien, Prozessführung) optimiert, um die Zuverlässigkeitsanforderungen in der Fertigungskette und in der Applikation zu erfüllen.

Kontakt

Dr.-Ing. Nils F. Nissen
nils.nissen@
izm.fraunhofer.de

RF & Smart Sensor Systems

Die Abteilung »RF & Smart Sensor Systems« befasst sich mit der Erforschung, Entwicklung und industriellen Anwendung von drahtlosen Sensor- und Kommunikationssystemen. Im Fokus der Arbeiten stehen 5G und 6G Kommunikationssysteme, Radarsensorik sowie drahtlose Sensorknoten. Die funktional bestimmenden Kriterien und die größte Herausforderung in Bezug auf Forschung und Entwicklung sind große Bandbreiten, hohe Robustheit und ein Maximum an Energieeffizienz.

Dazu treten Features wie steuerbare Antennen, Beamforming oder Sicherheit gegen Korruption in den Vordergrund. Für deren Umsetzung ist eine stärkere Verzahnung des Schaltungsdesigns mit der Technologieentwicklung (Hardware-Package-Co-Design) ebenso unabdingbar wie ein Hardware-Software-Co-Design. Deshalb beziehen die Arbeiten unserer Abteilung das breite Technologie-Know-how des Fraunhofer IZM ebenso ein wie die eigenen tiefen Kenntnisse in Firm- und Softwareentwicklung.

Inhaltlich konzentrieren sich die Arbeiten auf:

- HF-Design und -Charakterisierung von Materialien, Packages, Antennen und Komponenten (bis 220 GHz)
- HF-Systemintegration und Modulwurf unter Berücksichtigung von Signal- und Power-Integrität
- Entwicklung hochintegrierter Radarsensorik
- Entwurf und Realisierung autarker drahtloser Sensorsysteme für den industriellen Einsatz
- Entwicklung von Mikrobatterien sowie von Energieversorgung und -management für autarke Systeme
- Werkzeuge für den optimierten Entwurf von Mikrosystemen und Server-Client-Software-Architekturen für OT-Anwendungen

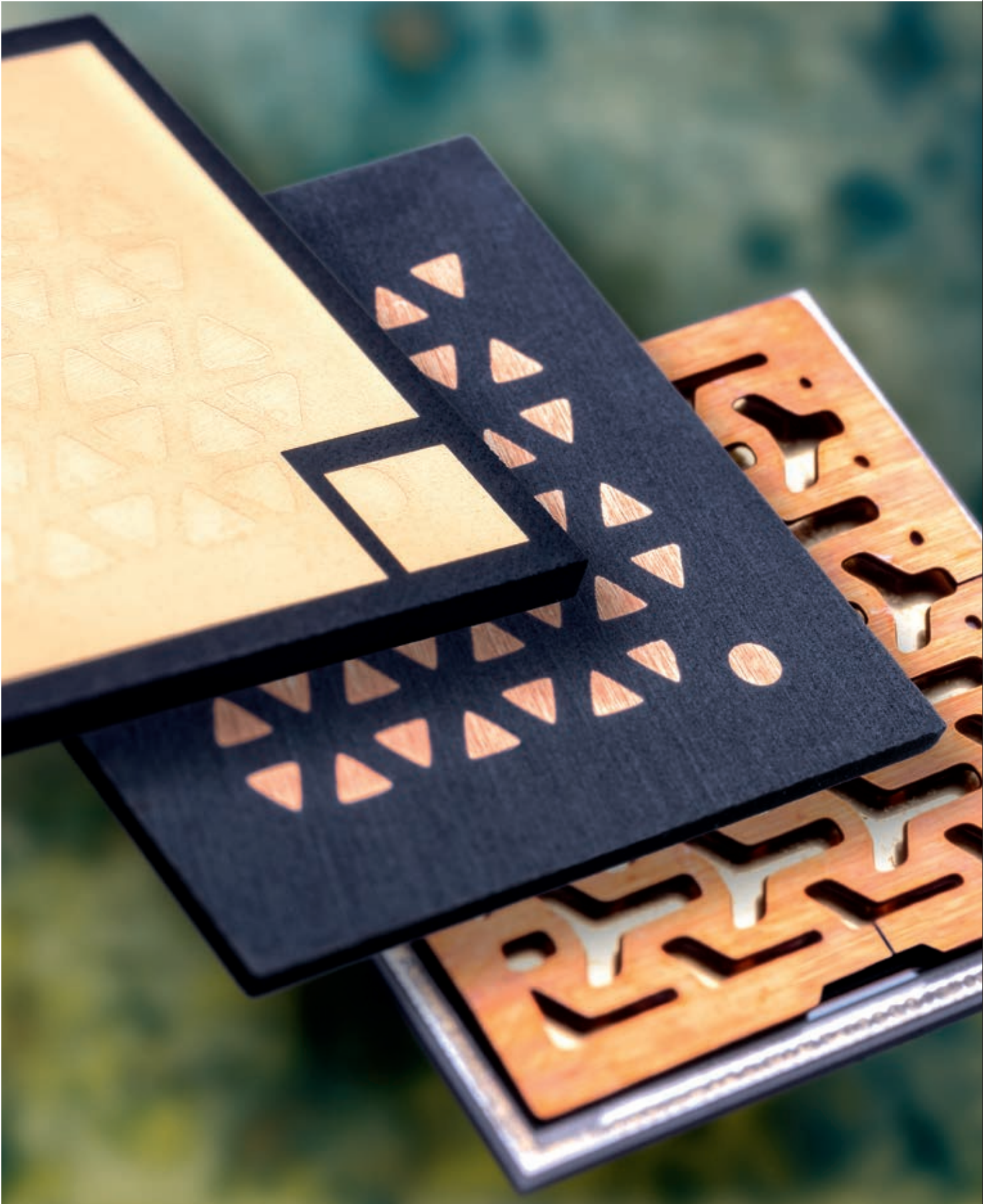


Automatisierter Antennenmessplatz für Nah- und Fernfeldmessungen bis 325 GHz

Kontakt

Dr.-Ing. Dr.-Ing. habil.
Ivan Ndip
ivan.ndip@
izm.fraunhofer.de

Harald Pötter
harald.poetter@
izm.fraunhofer.de



Fraunhofer

Ein starkes Netzwerk

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.

Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland

Das Fraunhofer IZM bildet zusammen mit 12 anderen Mitgliedern seit April 2017 die standortübergreifende Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD). Mit über 2.000 Wissenschaftler*innen aus dem Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik und dem Leibniz FBH sowie IHP ist die FMD der größte und weltweit führende FuE-Zusammenschluss für Mikro- und Nanoelektronik.

Für die Modernisierung und Ergänzung ihrer Anlagen und Geräte erhielten die 13 beteiligten Forschungseinrichtungen in der Startup-Phase insgesamt rund 350 Millionen Euro vom Bundesministerium für Bildung und Forschung.


Anfang 2021 ist die FMD in den Regelbetrieb übergegangen und verbindet heute als One-Stop-Shop die wissenschaftlich exzellenten Technologien, Anwendungen und Systemlösungen der kooperierenden Institute im Bereich der Mikro- und Nanoelektronik.

Die Aktivitäten des Fraunhofer-Verbunds Mikroelektronik und der FMD werden durch die gemeinsame Geschäftsstelle in Berlin koordiniert.

Leistungszentren

Ziel des Leistungszentrums »Funktionsintegration für die Mikro-/Nanoelektronik« ist es, vor allem mittelständische Firmen in Sachsen in der Sensorik und Aktorik, der Messtechnik sowie im Maschinen- und Anlagenbau durch eine schnelle Überführung von Forschungsergebnissen in innovative Produkte zu stärken. Ihm gehören die Fraunhofer-Institute ENAS, IIS-EAS, IPMS und IZM-ASSID sowie die TU Dresden, die TU Chemnitz und die HTW Dresden an.

Das Leistungszentrum »Digitale Vernetzung« ist eine Kooperation der vier Berliner Fraunhofer-Institute FOKUS, HHI, IPK und IZM. Im Zentrum der Arbeit stehen Technologien und Lösungen, die der zunehmenden Digitalisierung und Vernetzung aller Lebensbereiche Rechnung tragen.

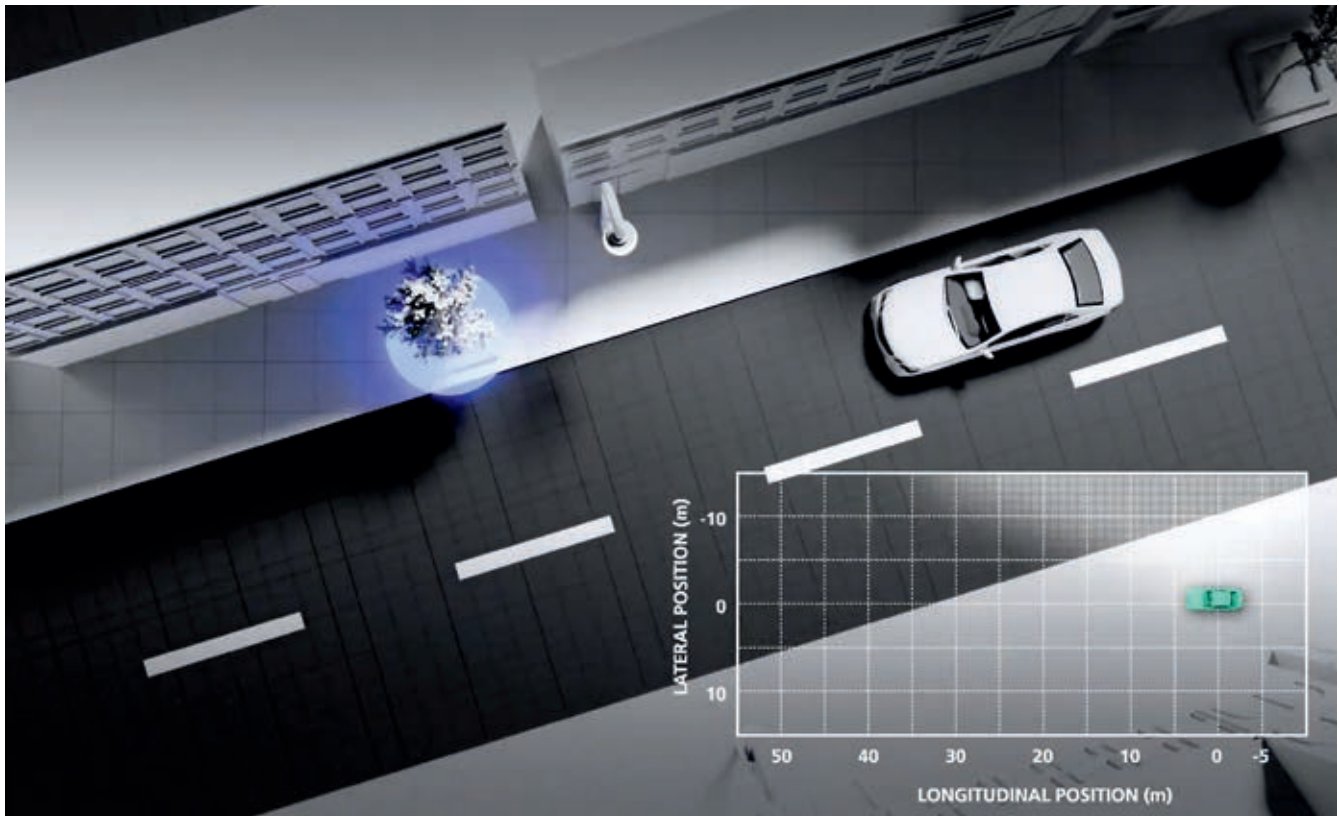


Für komplexe, kompetenzvereinende Projektinitiativen stehen unseren Geschäftspartnern die Kolleg*innen aus Marketing und Geschäftsfeldentwicklung zur Verfügung, die den branchenspezifischen Bedarf in alle Technologieabteilungen des Instituts kommunizieren und den innovativen Lösungsweg koordinieren. Sprechen Sie uns an, wenn Sie neue Themenfelder mit anspruchsvollen Zukunftstechnologien strategisch weiterentwickeln möchten.

Geschäftsfelder & Branchen

Automobil- und Verkehrstechnik.....	16
Medizintechnik	18
Halbleiter.....	20
Industrieelektronik.....	22
Information und Kommunikation	24

Automobil- und Verkehrstechnik



*Kamera- und Radar-
technologie für mehr
Verkehrssicherheit*

Moderner Verkehr muss sicher, umweltfreundlich und kostenoptimiert gestaltet werden. Für innovative Verkehrsträger und Prozesse sorgen leistungsfähige, zuverlässige und bei Bedarf hochminiaturisierte elektronische Systeme auf Straße, Schiene, zu Wasser und in der Luft. Am Fraunhofer IZM gehören diese Applikationsfelder zu den Kernkompetenzen jeder Abteilung. Das Institut unterstützt OEM, Tier 1 und deren Zulieferer bei der Elektronifizierung des Fahrzeugs auf allen Ebenen. Sowohl für konventionelle, hybride oder elektrische Antriebstechnologien als auch für Systeme zur Gewährleistung von Sicherheit und Komfort werden zukunftssträchtige und zuverlässige Lösungen entwickelt und prototypisch realisiert.

Testumgebung für robuste und langlebige Funkkommunikation

Komponenten der Funkkommunikation (5G, 6G) müssen in Anwendungen wie Industrie und Smart City für viele Jahre in rauen Umgebungen verfügbar sein. Um hier die nötige Zuverlässigkeit bereits im Design berücksichtigen zu können, wurde eine neue Testumgebung geschaffen. Diese ermöglicht es, werkstoffspezifische Lebensdauerdaten für Polymerwerkstoffe zu ermitteln, die als Träger für zukünftige Hochfrequenzantennen dienen und empfindlich gegenüber thermischen Belastungen sind. Der demonstrierte Workflow aus Test und Simulation kann eingesetzt werden, um eine langlebige und robuste Funktion der Antenne aus funktionaler Sicht sicherzustellen.

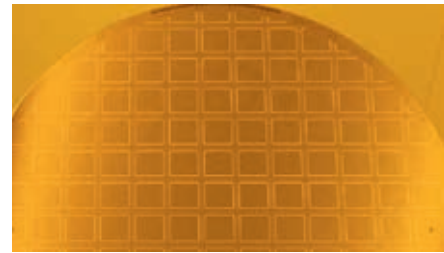
KI-basierte Selbstvalidierung sicherheitskritischer Elektroniksysteme

Die Entwicklung einer KI-basierten Zustandsüberwachung für den optimierten Betrieb von Automobil- und Bahntechnik wird im Projekt Sesim »Selbstvalidierung komplexer elektronischer Systeme in sicherheitskritischen Mobilitätsanwendungen auf Basis von Greybox-Modellen« vorangetrieben. Ein digitaler Fingerabdruck der mechatronischen Baugruppen wird erzeugt, um auf alterungsbedingten Verschleiß und sicherheitskritische Änderungen proaktiv reagieren zu können. Sich ändernde Einflüsse von Fertigungsprozessen und Materialqualitäten, ex- und intrinsische Belastungen in der Nutzungsphase sowie systembeschreibende Sensordaten werden erfasst, bewertet und innerhalb einer innovativen Modellbildung genutzt.

Das vom BMWi geförderte Projekt ist am 1. Juli 2021 mit den Partnern Siemens AG, Robert Bosch GmbH, AUCOTEAM GmbH, GÖPEL electronic GmbH, GESTALT Robotics GmbH und der Universität Stuttgart gestartet.

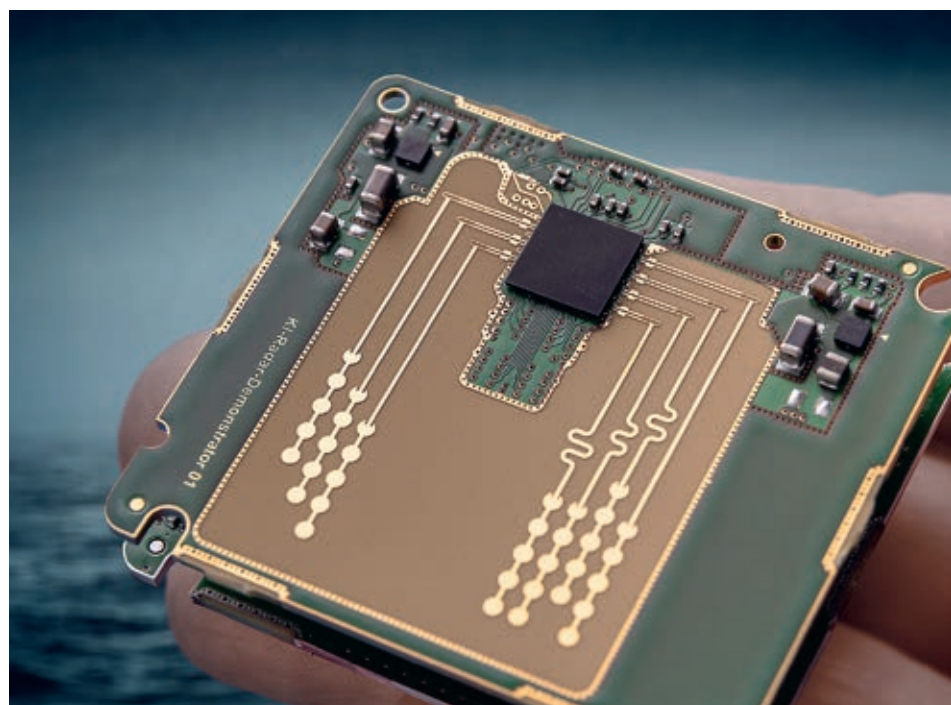
Wafer-Level-Packaging-Prozesse für die kostengünstige Fertigung von Infrarotkameras

Das Fraunhofer IZM ist Partner im EU-Projekt APPLAUSE. In einem der definierten Anwendungsfälle, der sich mit der Entwicklung eines Infrarot-Thermosensors im Bereich Fahrzeugsicherheit beschäftigt, entwickeln die IZM-Forschenden für Projektpartner Wafer-Level-Packaging-Prozesse für die hermetische Vakuum-Verkapselung für großflächige MEMS Pixel-Matrix-Strukturen. Das Versiegeln der 200-mm-Wafer mittels AuSn-Bondringen ermöglicht eine zuverlässige Verkapselung und Kompatibilität mit weiteren Integrationsstufen. Wafer-Kappen, Rahmen und Deckel werden in Silikon strukturiert und für eine bessere optische Leistung antireflexbeschichtet. Parallel werden Bolometer-Sensorwafer mit kleinen, sehr dünnen MEMS-Membranen (Pixel) nachbearbeitet, um Dichtungsringe vor dem Stapeln und Versiegeln mit Kappenelementen mittels Bonding zu integrieren.

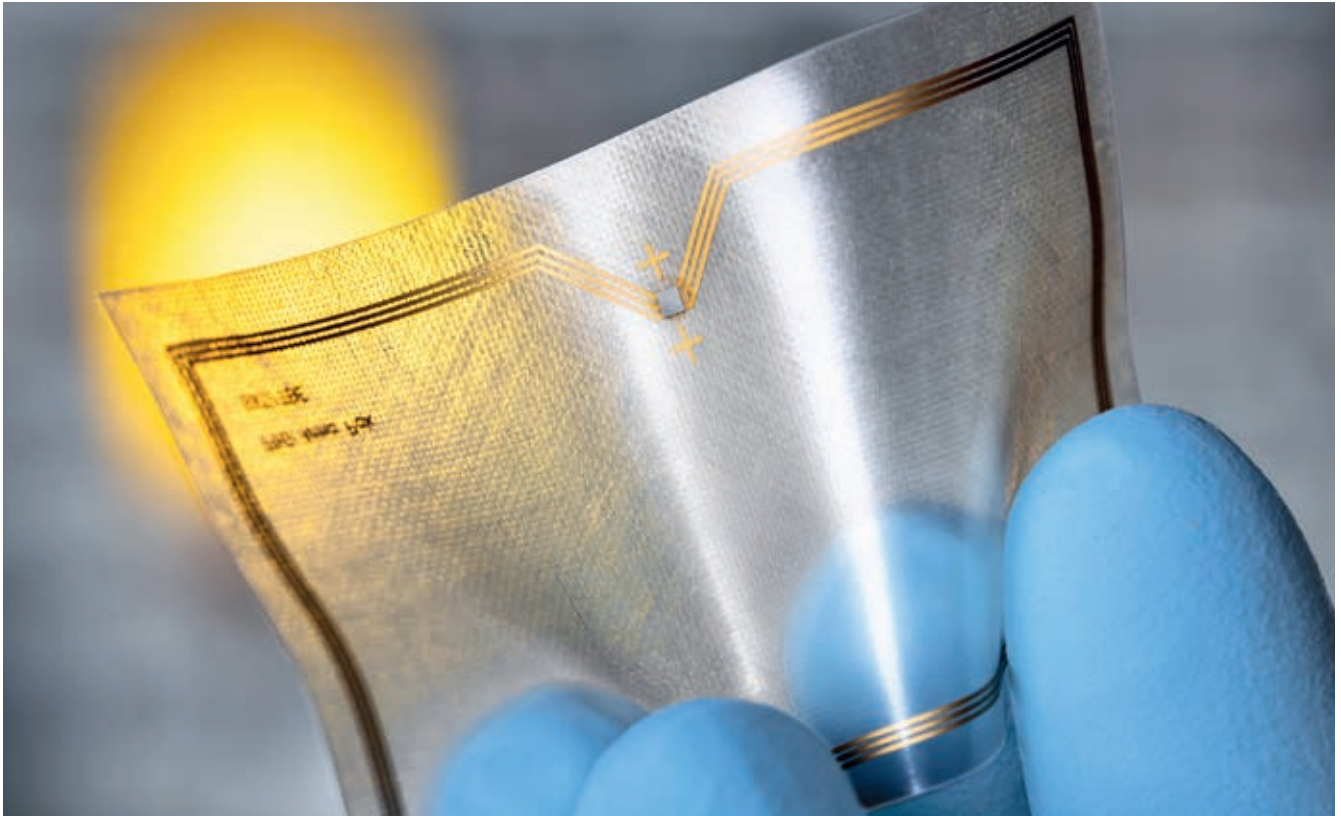


Ein Kappenwafer mit 200 Millimetern Durchmesser umschließt die Sensoren unter Vakuum, so dass eine äußere Antireflexionsbeschichtung entsteht (APPLAUSE)

Radar-Frontend für ein hochauflösendes Radarsystem mit KI-gestützter Datenverarbeitung für kooperatives autonomes Fahren



Medizintechnik



Technologie zur drahtlosen Energieversorgung flexibler Implantate mit integrierter Elektronik, um an neuronales Gewebe anzukoppeln

Viele medizinische Innovationen, die das Leben von Patient*innen erleichtern, basieren auf fortschrittlichen Mikrointegrationstechnologien. Das Fraunhofer IZM begleitet diese Entwicklung schon seit vielen Jahren und unterstützt die Hersteller von medizintechnischen Geräten mit seinem breiten Erfahrungsschatz in der Mikrointegration, entsprechenden Fertigungstechnologien und dem Know-how zur Umsetzung in hochzuverlässige Geräte, die den Anforderungen des Medizinproduktegesetzes entsprechen. Daneben gehören auch Zuverlässigkeitsbetrachtungen, Biokompatibilitätsbewertungen sowie die für eine Produktentwicklung notwendige Risikobetrachtung nach ISO 14971 zum Dienstleistungsspektrum des Instituts.

Ultraschall für Mikroimplantate

In der bioelektronischen Medizin werden implantierbare Geräte verwendet, die mit elektronischen Komponenten die Aktivität der peripheren Nerven stimulieren und aufzeichnen können. Die Energieversorgung von aktiven Mikroimplantaten ist eine bislang ungelöste Herausforderung. Im Rahmen des EU-Projekts Moore4Medical entwickelt das Fraunhofer IZM eine einzigartige Plattform, die Ultraschallwellen nutzt, um drahtlos Energie zu liefern und mit Implantaten weit im Körperinnern zu kommunizieren. Im Gegensatz zu den traditionellen piezoelektrischen Kristallen werden hier mikromechanische Ultraschallwandler eingesetzt. Diese ermöglichen einen hohen Miniaturisierungsgrad, enthalten keine toxischen Materialien und sind mit CMOS-Elektronik und deren Verfahren kompatibel.

Implantierbare Manschette für die Ultraschall-Neuromodulation der peripheren Nerven

Ultraschall gilt als eine vielversprechende Technologie zur Modulation von Nervenaktivität. Im Gegensatz zur konventionellen elektrischen Neuromodulation verspricht Ultraschall, mit menschlichem Gewebe mit einer höheren räumlichen Auflösung zu interagieren. Dadurch lassen sich kleinste Strukturen von der Größe einzelner Neuronen behandeln und Neuromodulationstherapien zielgenauer einsetzen. Im Rahmen des EU-Projekts Moore4Medical entwickelt und charakterisiert das Fraunhofer IZM hierfür ein Array mikrobearbeiteter Miniatur-Ultraschallwandler (MUTs) in flexiblen Substraten. Mittels einer implantierbaren Manschette ermöglicht das System die Ultraschall-Neuromodulation der peripheren Nerven.

Radartechnik für die Betreuung und Pflege von Demenzkranken nutzen

Ziel des vom BMBF geförderten Projekts DAISY ist die individuelle Betreuung von demenziell Betroffenen. Der im Projekt entwickelte Tisch kommuniziert in Wort, Bild und Ton mit seinen Nutzer*innen. Rückgrat dieses Ansatzes ist ein Radarsystem, das Bewegungen und Gesten der Nutzer*innen erkennt und situationsbedingt

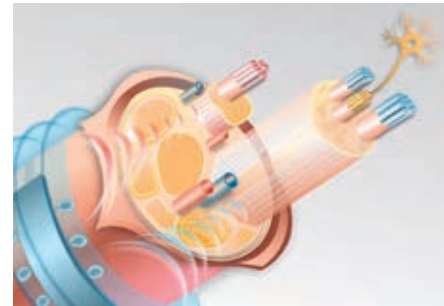
umsetzt. Ein frequenzmoduliertes Dauerstrichradar wurde durch Kombination mit dem MIMO-Ansatz (Multiple Input, Multiple Output) auf die Erkennung von Gesten hin weiterentwickelt. Ein reduzierter Detektionsbereich ermöglicht die geforderte hohe Auflösung bei Geschwindigkeit, Winkel und Abstand. Ein optimiertes Signal-Rausch-Verhältnis (SNR-ratio) sorgt für eine bessere Zielerkennung.

Origami F²E – Free Form Electronics

Zur Herstellung elektrisch funktionaler Teile und Oberflächen werden zweidimensional bedruckte und bestückte Folien durch massenproduktionsstaugliche Thermoformverfahren in dreidimensionale Form gebracht und anschließend hinterspritzt. Dieses Konzept zur Integration von Elektronik ermöglicht im Bereich der kunststoffverarbeitenden Industrien vollkommen neue Anwendungen jenseits der klassischen Leiterplatte. Im Teilprojekt »F²E – Free Form Electronics« des BMBF-Verbundprojekts »Origami« wurden dafür am Fraunhofer IZM Aufbau- und Verbindungstechnologien entwickelt, welche die besonderen Anforderungen thermoplastischer Schaltungsträger bezüglich begrenzter Temperaturstabilität bei hohen Belastungen bei den Folgeprozessen erfüllen.

Glas-Interposer für photonisches Packaging

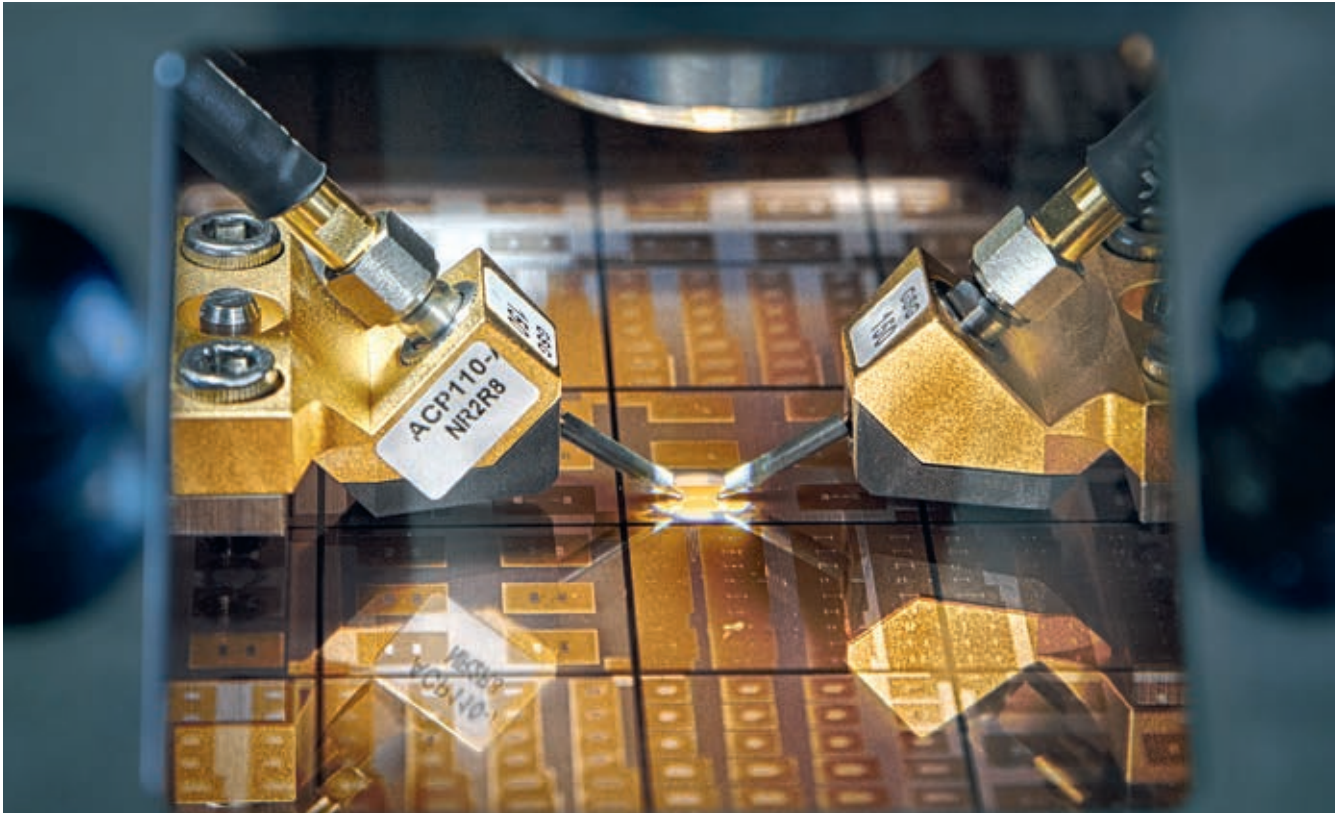
Im Horizon 2020-Verbundvorhaben Photonic-LEAP werden neue Technologien entwickelt, die die Kosten für integrierte photonische Verpackungs- und Testprozesse senken werden. Das Fraunhofer IZM ist hier mit Untersuchungen zu thermischen TGVs sowie der Entwicklung und Herstellung von funktionalisierten Interposer-Dünnglas-Wafern beteiligt, die aktuell auf 200 mm Durchmesser und künftig auf 300 mm skalierbar sind. Dieses neuartige Glasträgersubstrat nimmt die einzubettenden photonischen PICs und elektronischen Treiber-ICs auf und stellt alle benötigten optischen, elektronischen, thermischen Verbindungen wafer-skaliert her. Diese neuartigen photonischen Packages werden mit laserstrukturiertem Dünnglas verschlossen, um sie einfach als SMT-Komponente integrieren zu können – so wie bereits in elektronischen Aufbauten etabliert.



*Oben:
Energie für Mikroimplantate
per Ultraschall*

*Unten:
Kommunizierender Tisch hilft
in der Pflege Demenzkranker*

Halbleiter



Elektrische Charakterisierung von Substraten und Komponenten bis 500 GHz im Temperaturbereich von -40 °C bis 180 °C

In diesem Geschäftsfeld stehen die Integration von Halbleiter-elementen und die Herstellung von Sensoren im Vordergrund, wobei die Integration eine Realisierung von komplexen, heterogenen System-in-Package-Lösungen gestattet. Das Fraunhofer IZM bietet seinen Kunden eine geschlossene Umsetzungs-kette – von der Konzeption über die Prozessentwicklung bis hin zur Charakterisierung und Zuverlässigkeitsbewertung. Dabei stehen alle notwendigen Prozesse für die Realisierung von Sensoren und Wafer Level Packages zur Verfügung, was neben hermetischen Sensor Packages auch ganze 3D-Systeme ermöglicht.

RoDosH – Bedeutung der Diffusion von Feuchtigkeit in abgedichteten Gehäusen

Das vorhandene Mikroklima in Gehäusen ist eine Schlüsselstelle bei der Untersuchung von Fehlern, die auf Feuchte zurückgeführt werden. Aktuell gibt es jedoch kaum belastbare Aussagen zu den mikroklimatischen Bedingungen in Gehäusen.

Das Ziel des Projekts RoDosH ist es, das lokale Mikroklima in Gehäusen von leistungselektronischen Anwendungen zu untersuchen und daraus effektive lokale Belastungsbedingungen abzuleiten. Der Fokus liegt dabei auf Temperatur und Feuchte. Zusätzlich werden auch die Lagerungsbedingungen berücksichtigt. Durch die Arbeiten in diesem Projekt soll eine Simulation des Innenraumklimas eines in Entwicklung befindlichen Systems ermöglicht werden, noch bevor erste Tests durchführbar sind. Die Ergebnisse bilden die Grundlage für die Optimierung der Testbedingungen, um relevante Lebensdauerabschätzungen für Leistungselektronik in geschlossenen Gehäusen vornehmen zu können.

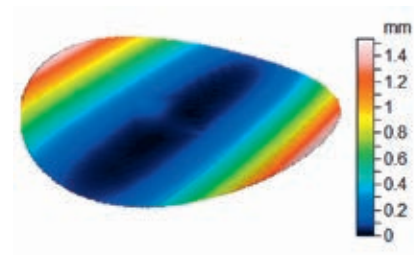
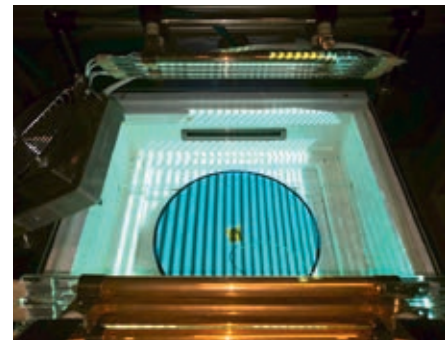
Dieses Projekt wurde im Rahmen des ECPE Joint Research Programme gefördert.

SiC-Interposer mit Through Silicon Carbide Vias

Die Forschung und Entwicklung im Bereich der Siliziumkarbid (SiC)-Bauelemente wurde in den vergangenen Jahren beschleunigt – etwa aufgrund neuer Trends auf dem Automobil- und Energiemarkt. Dies machte die Entwicklung neuer Integrationskonzepte für SiCs erforderlich. Die Integrationskonzepte für Siliziumchips können auf SiCs übertragen werden und damit können die elektrischen und mechanischen Eigenschaften von SiCs genutzt werden, die denen von Silizium überlegen sind. Elektrische Durchkontaktierungen in SiCs, sogenannte Through-Silicon-Carbide-Vias (TSiCV), bilden dabei die Grundlage für die Entwicklung von SiC-2.5- und 3D-Integrationskonzepten.

Validierte Modelle für die Verwölbung im Fan-out Wafer Level Packaging

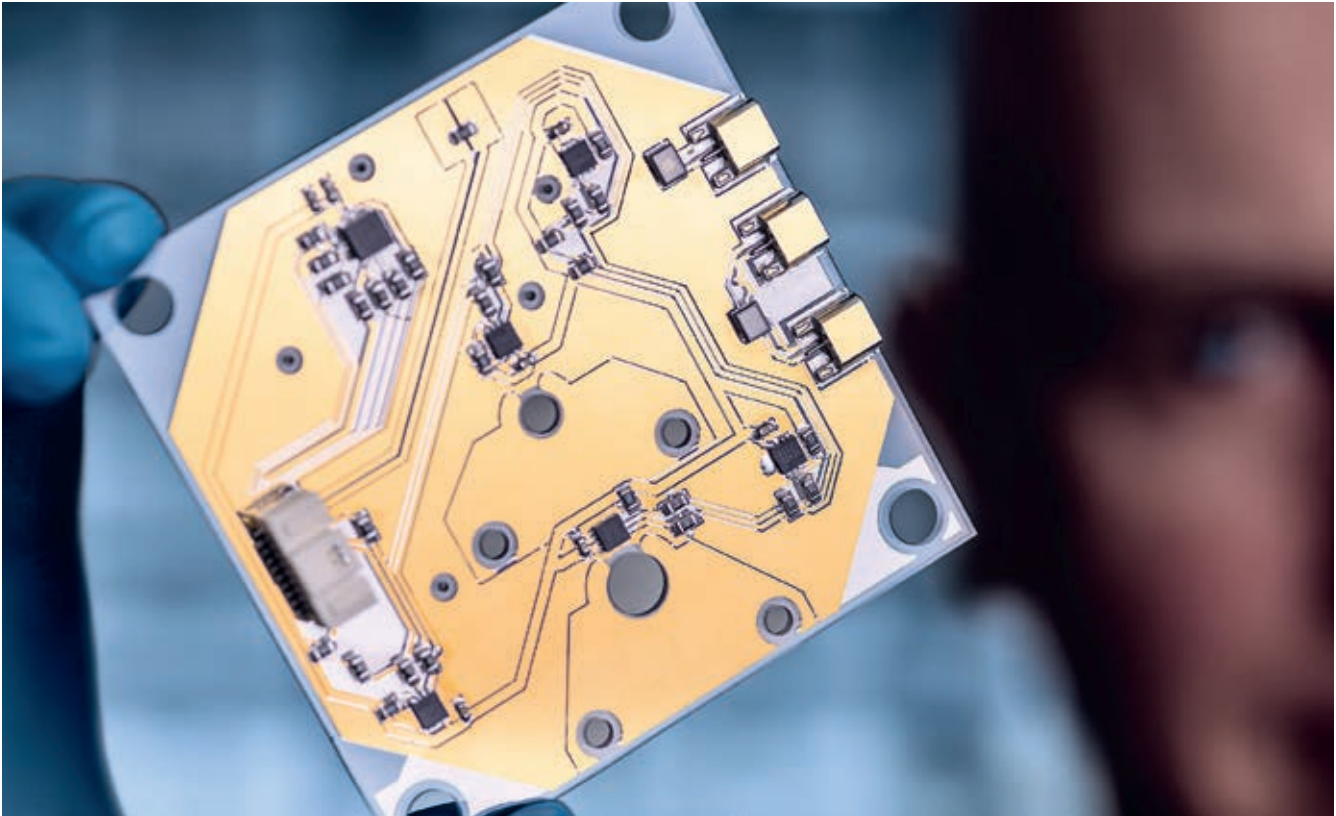
Die Herstellung für das Fan-out Wafer Level Packaging beinhaltet viele Prozessschritte. Durch die Kombination verschiedener Werkstoffe entstehen Eigenspannungen, die zu einer Verwölbung der zu verarbeitenden Wafer führen können. Um diese in Modellen vorhersagen zu können, wurden neue Werkstoffprüfverfahren (pTMA) und Prüfverfahren für Technologiemuster in den Simulationsworkflow integriert. Somit ist es möglich, für wesentliche Prozessschritte die Verwölbung der Wafer in ihrer Größe und Form vorherzusagen. Darauf aufbauend können Designs bezüglich der Chipanordnung und Werkstoffauswahl im Vorfeld bewertet und optimiert werden.



*Oben:
Temperaturabhängige Analyse der Deformation eines gemoldeten Si-Wafers im Schatten-Moiré-Verfahren*

*Unten:
Deformation eines EMC verkapselten Wafers nach der Temperaturbelastung*

Industrieelektronik



*Optisch und elektrisch
funktionalisiertes Glas-
Board für Anwendun-
gen in LiDAR-Systemen*

Am Fraunhofer IZM steht die Thematik Industrie 4.0 im Fokus der FuE-Aktivitäten im Geschäftsfeld Industrieelektronik. Schwerpunkte sind hier Cyber Physical Systems und autarke Funksensoren, insbesondere robuste Sensorsysteme, die in der jeweiligen Anwendung vor Ort die notwendigen Mess- und/oder Bildinformationen aufnehmen, wandeln und über Standard-Interfaces die Informationen anwendungsspezifisch weitergeben. Industrie 4.0 bedeutet jedoch mehr als CPS-Ver-netzung. Besonders wichtig ist die flexible Bereitstellung der Messdaten sowohl für stationäre Steuer- und Regelprozesse als auch eine On-demand-Bereitstellung zu mobilen Endgeräten, z. B. für Kontroll-, Wartungs- und Instandhaltungszwecke.

Prozessentwicklung in der Industrie 4.0-Fertigungsumgebung

Fertigungsnahe Sensorik im Bereich SMD-Bestückung wird vom Fraunhofer IZM im BMBF-geförderten Projekt SiEvEI 4.0 in Kooperation mit den Projektpartnern Siemens, Wibu, Sensorik Bayern, Wagenbrett und der Universität Bielefeld eingesetzt, um die Produktqualität während der Prozessentwicklung und laufenden Fertigung zu analysieren und für die Prozessoptimierung zu nutzen. Die Kombination von Expertenwissen und Prozessdaten sowie die nachfolgende Auswertung dieser Daten durch KI/Machine Learning erlaubt die wissensbasierte und automatisierte Verbesserung von Prozessen über mehrere Prozessschritte, sodass auch indirekte Einflüsse abgebildet werden können. Beispielhaft wird das am Fraunhofer IZM für Balingprozesse des Partners Wagenbrett umgesetzt.

Hochrobuste Sensorik zur Überwachung von Abwässern

Unzulässige Einleitungen in Abwassersysteme führen nicht nur zu Umweltschäden, sie ziehen auch massive finanzielle Belastungen für die Anlagenbetreiber nach sich. Im europäischen Projekt SYSTEM wurde mit 24 Partnern aus sieben Ländern ein Netzwerk dezentral arbeitender Sensorik aufgebaut, dessen Daten Polizeibehörden und Versorgungsnetzbetreibern in Echtzeit in einem Monitoringsystem zur Verfügung gestellt werden. Aufgabe des Fraunhofer IZM war es, zusammen mit der TU Warschau und dem Unternehmen Blue Technology ein Sensorsystem bereitzustellen, das 14 Tage autark im Abwasserrohr pH-Wert und Leitfähigkeit messen und die Daten drahtlos an das Monitoringsystem übertragen kann.

Packaging-Technologien für den Unterwassereinsatz

Im BMBF-Projekt Bionic RoboSkin haben IZM-Forschende ein modulares und druckneutrales Gehäusungskonzept für die maritime Sensorik entwickelt. Technologieträger dafür ist der BOSS Manta Ray AUV (Autonomous Underwater Vehicle) von EvoLogics, die Sensorik wird auf textilen Trägern des TITV Greiz integriert. In Einbetttechnologie werden

Sensoraufbauten unterschiedlicher Funktionalität realisiert wie beispielsweise Druck, Lage-sensorik oder Positionsbeleuchtung. Sie bieten schnell lösbare elektrische und mechanische Schnittstellen zur textilen Haut, sodass eine Neukonfiguration der Sensorhaut jederzeit möglich ist. Die Nutzung von Rapid Manufacturing ermöglicht die wirtschaftliche Fertigung der Gehäuse bei kleinen und mittleren Stückzahlen. Durch begleitende Materialanalytik zum Feuchteverhalten werden Materialauswahl und Gehäusedesign für die geforderten hohen Zuverlässigkeiten optimiert. In dem im Jahr 2021 gestarteten Projekt DeepSea Protection werden die Einbett- und Gehäusungstechnologien für das druckneutrale Packaging für Tiefseeinsätze von bis zu 6.000 Metern und mehr entwickelt.

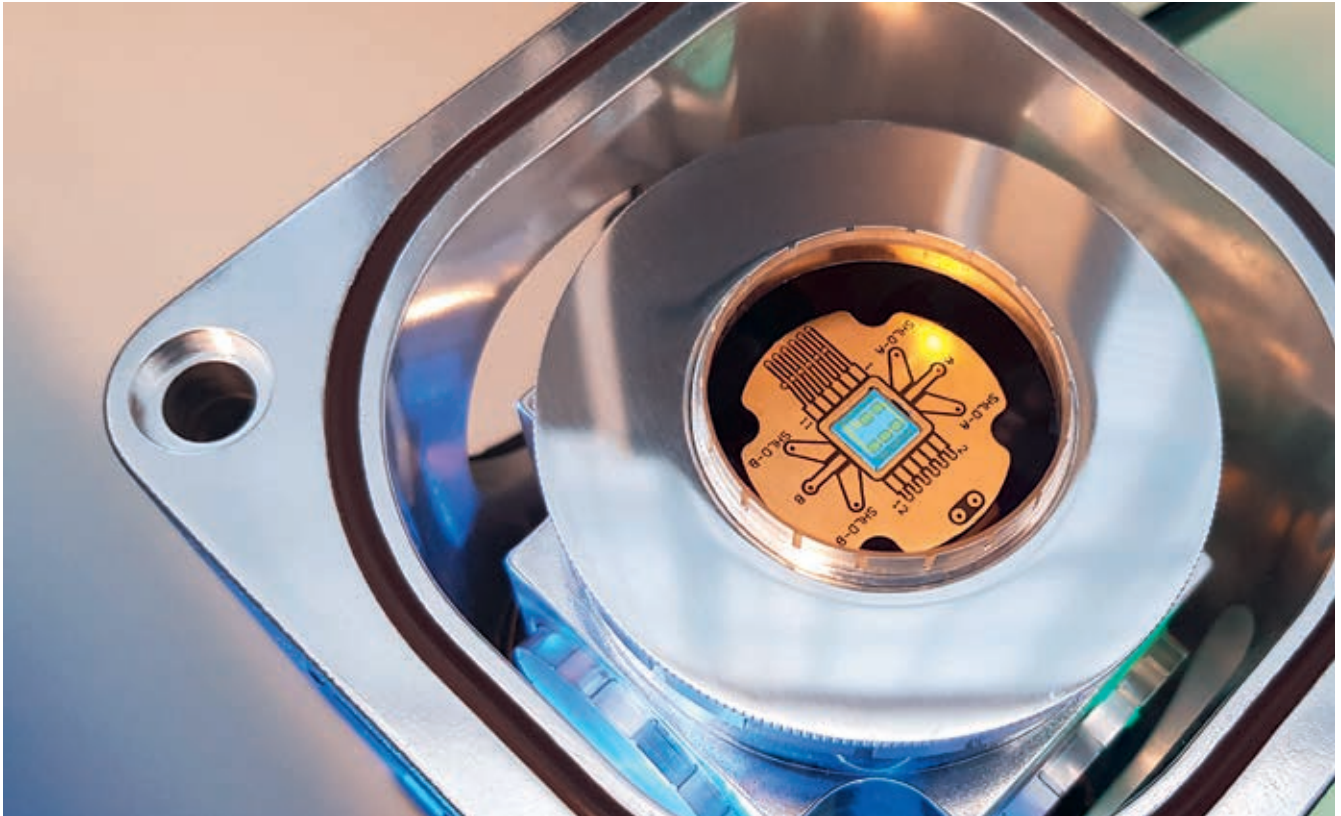


*Links:
Energieautarkes Sensorsystem für die Überwachung von Umweltparametern in Abwasserkanälen*

*Unten:
Aktuelle Gehäusevariante auf einer Bionic RoboSkin Sensorhaut montiert von Projektpartner TITV*



Information und Kommunikation



*Geräteaufbau zur
Kryomessung mit einer
Skizze des Testchips*

Die zunehmende Vernetzung stellt die Fertigungstechnologien für Systeme der Informations- und Kommunikationstechnik vor besondere Herausforderungen: Für den effizienten Austausch und die Speicherung von Daten braucht es immer größere Rechenzentren und die Kombination elektrischer und optischer Signale. Eine weitere Herausforderung ist die digitale Vernetzung selbst: Es bedarf hochdynamischer Netze, die Daten transportieren, verarbeiten und analysieren können. Das Fraunhofer IZM bietet umfassende Lösungen für diese Herausforderungen. Das Institut hat mehr als 28 Jahre Erfahrung im Bereich der Systemintegration.

Kryogene Integrationstechnologien

Im Projekt »Halbleiterbasiertes Quantencomputing« (HalQ) wurden Komponenten einer kompakten supraleitenden Aufbau- und Verbindungstechnik für tiefe Temperaturen (Kryo-AVT) entwickelt und charakterisiert. Am Fraunhofer IZM in Berlin ist Indium-Bumping unter 10 µm Pitch etabliert. Im Projekt wurde der ferromagnetische Nickel-Sockel durch Kupfer ersetzt, um mögliche elektromagnetische Störfelder zu reduzieren. Für supraleitende Interposer wurden Niob und Niob-Nitrid abgeschieden und Leiterbahnen für elektrische Tests strukturiert. Ein Kryo-Messplatz erlaubt die Charakterisierung der Schaltungen auch unter vier Kelvin für den Einsatz im Bereich Quantencomputing.

Integrationsplattform für kostengünstige 5G- und Radarsysteme

Im EU-Projekt SERENA wurde mit neun Partnern eine innovative HF-Plattform für Mobilfunk (5G)- und Radarsysteme der nächsten Generation entwickelt. Durch die Entwicklung kostengünstiger Galliumnitrid-auf-Silizium (GaN-on-Si)- und Silizium-Germanium (SiGe)-Komponenten, einen heterogenen Packaging-Ansatz und eine Integrationsplattform für Höchsthochfrequenz-HF-Systeme wurden erhebliche Verbesserungen bezüglich Energieeffizienz, Kosten und Funktionalität erreicht. Der Beitrag des Fraunhofer IZM waren HF-Entwurf sowie Herstellung und Test der Systemintegrationsplattform.

Umweltbezogene Technikfolgenabschätzung der Mobilfunknetze in Deutschland

Im Projekt UTAMO des deutschen Umweltbundesamts wurde der Energie- und Ressourcenbedarf der bundesweiten Mobilfunknetze für das Referenzjahr 2019 überschlägig bilanziert und in mehreren Entwicklungsszenarien die Größenordnung der Umweltwirkung bis zum Jahr 2030 prognostiziert. Das Fraunhofer IZM entwickelte in der Projektlaufzeit von Januar 2019 bis November 2021 ein komplexes Sachbilanzmodell, welches die herstellungs- und nutzungsbezogenen Umweltlasten der Mobilfunktechnik anteilig pro Jahr für den gesamten Anlagenbestand quantifiziert.

Vorbereitung einer Ökodesign-Regulierung für Mobiltelefone und Tablets

Bei der Entwicklung von Ökodesign-Maßnahmen stützt sich die Europäische Kommission auf die Expertise von Branchenexperten. Das Fraunhofer IZM steuert Know-how für die Produktgruppen Mobiltelefone und Tablets bei, um Anforderungen an Reparierbarkeit, Softwareupdates, Zuverlässigkeit und Umweltauswirkungen entlang der Lieferkette zu definieren. Bis Ende 2022 sollen diese Vorarbeiten in eine Regulierung einschließlich einer Energieeffizienzkennzeichnung münden, die zu signifikanten Energie-, Ressourcen- und Kosteneinsparungen für Verbraucher*innen führen.

Komplexe Packaging-Lösungen für den Transceiver-Markt

Das Fraunhofer IZM verfügt über eine umfassende Expertise im Bereich Hochfrequenzdesign und -signalintegrität. Im Speziellen wurden am Institut komplexe Packaging-Lösungen für den schnell wachsenden Transceiver-Markt realisiert, bei denen insbesondere die Signalintegrität ein wesentlicher Bewertungsparameter ist. Es können Designs für einfache elektrische Übertragungslinien bis hin zu sehr komplexen Verbindungsmodellen wie Drahtbonds oder Bumps zwischen Substraten modelliert werden, die das elektrische Verhalten des Transceiver-Packages bis zu 100 GHz skizzieren.

Glasfaserzugang für 6G IoT (60GHz) – Module mittels Radio over Fiber

Steigende Bandbreitenanforderungen erfordern stetig neue Netzwerkzugangslösungen. Glasfaserkommunikationssysteme wie »Radio over Fiber« (RoF) bieten geringe Dämpfung, hohe Bandbreite sowie niedrige Latenzzeit und kombinieren kabellos moduliertes Laserlicht für hohe Übertragungsbandbreiten mit antennenbasierten Kommunikationssystemen. Das Fraunhofer IZM entwickelt preiswerte analoge RoF-Architekturen, die aus handelsüblichen Bauteilen oder auch komplexeren miniaturisierten Modulen mit integrierten Photonic ICs (PICs) bestehen. Modellierung, Anpassung und experimentelle Untersuchung ermöglichen eine Optimierung von Übertragungsdatenrate, Kanalübersprechen, Latenz, Kosten und Leistung.



Im europäischen SERENA-Projekt wird eine HF-Plattform für Mobilfunk (5G)- und Radarsysteme entwickelt

Ausstattung & Leistungen

Systemintegration

Wafer Level Packaging Linie

Das Fraunhofer IZM betreibt je eine Wafer Level Prozesslinie (Reinraumklassen 10–1000) in Berlin (975 m²) und Dresden (ASSID, 1.000 m²) für die Entwicklung, Prototypenrealisierung und Kleinvolumenproduktion unter Verwendung unterschiedlicher Wafermaterialien (z. B. Silizium III/V, Keramik, Glas) und -größen (4" – 12"). Die Projekt-/Prozessarbeiten werden auf beiden Linien unter Berücksichtigung der ISO 9001:2015 Managementstandards durchgeführt.

Prozessmodule (bis 300 mm)

- Cu-TSV-Integration (Via-middle-, Via-last-Prozesse)
- Silizium und SiC-Plasmaätzen – DRIE (TSV, Kavitäten)
- Multi-Lagen-Dünnschichtabscheidung (Sputter, CVD, ECD, Photolithographie/LDI (Auflösung bis 0,5 µm), reaktiver Ionenstrahl-Ätzer)
- PECVD Prozesskammer (200/300 mm) für die Abscheidung von TEOS-Oxid, Silan-Oxid und Silan-Nitrid
- High-Density Thin-Film-Multilayer (Cu/Polymer-RDL, Cu-Demascene)
- Wafer Level Bumping (Cu-Pillar, SnAg, Ni, Au, In, InSn, AuSn, Cu Nano-Interconnects, Nanoporous Au)
- Waferdünnen und Vereinzeln (Blade, Laser Grooving und Stealth Dicing)
- Waferbonden – permanent, temporär
- Wafer Level Assembly bis 300 mm (D2W)
- Automatisches Inline Wafer-Messsystem für Schichtdicken, Topographien, Rauheiten sowie TTV/ Warp/Bow
- Vollautomatisiertes, elektrisches Wafer-Messsystem (8" – 12")

Prozesslinie zur Substratfertigung

Im Leiterplattenbereich können Vollformatsubstrate mit einer Größe von 460x610 mm² für die Resist- und Leiterplattenlamination vorbereitet, mit Lötstopplacken und Coverlays versehen und nach der Belichtung entwickelt werden.

Im Sonderbereich werden hochpräzise Montagen von Modulen in verschiedenen Gasatmosphären durchgeführt. Neue Anlagen in dem 480 m² großen Reinraum ermöglichen eine Oberflächenpräparation für das Assemblieren bei reduzierter Bondtemperatur. Leiterbahngeometrien mit einer Breite von bis zu 2 µm sind in der Entwicklung.

Das Leistungsangebot umfasst darüber hinaus:

- Einbetten von passiven und aktiven Komponenten
- Verpressen von Leiterplattensubstraten
- Herstellen von feinsten Bohrungen, sowohl mechanisch als auch mit dem Laser
- Qualitätssicherung und Röntgenmikroskopanalyse

Labor zur Moldverkapselung

Das Labor bietet Bestück- und Verkapselungsverfahren, Material- und Packageanalyse und die Zuverlässigkeitscharakterisierung. Der Schwerpunkt liegt auf FO-WLP/PLP, Sensor Packages mit freigestellter Oberfläche und Power-SiPs:

- Präzisionsbestückung und Compression Molding auf Wafer- und Panelebene (610x460 mm²)
- Umverdrahtung in 2D und 3D (TMV)
- Transfer Molding von SiPs für Sensorik und Power
- Prozesssimulation und Ermittlung von Materialmodellen

Die Übertragung in die industrielle Fertigung ist durch Verwendung produktionsstauglicher Maschinen gegeben.

Drahtbondlabor

- Verarbeitung von Au-, Al- und Cu-basierten Bonddrahtmaterialien im Dünn- und Dickdrahtbereich
- Montage von Leistungsmodulen mit Al/Cu- und Cu-Dickdrähten für Qualitäts- und Zuverlässigkeitsanalysen
- Montage von Cu-Ball/Wedge gebondeter leadframebasierter und Au /AlSi1 gebondeter Chip-on-Board Sensor Packages

Lötlabor

- Porenfreier Aufbau großflächiger Lötverbindungen für die Leistungselektronik durch Dampfphasenvakuumlötanlage
- Flussmittelfreies Löten von Baugruppen mit Ameisensäure-technologie in Stickstoff- und Dampfphasenatmosphäre
- Hermetizitätsmessstand
- Lecksuche inkl. Probenlagerung unter Heliumdruck bis 10bar

Photonik-Labor

- Laserstrukturieren von Glaslayern mit optischen Wellenleitern für elektrooptische Boards (EOCB)
- Shack-Hartmann-Charakterisierung von Mikrolinsen und Mikrolinsenarrays
- Optische und thermische Charakterisierung von LEDs und LDs
- Entwicklung von Prozessen und Verfahren zum optischen Packaging mit einer Genauigkeit von bis zu 0,5 µm

Werkstoffanalytik

Moisture Lab

- Umfassende simulationsgestützte Zuverlässigkeitsbewertung feuchteinduzierter Phänomene in mikroelektronischen Bauteilen und Systemen
- Oberflächenanalyse durch Rasterkraftmikroskopie
- Analysemethoden für die Sorption, Permeation und Diffusion von Wasser in Werkstoffen

Langzeittest- und Zuverlässigkeitslabor

- Schnelle Temperaturwechseltests: -65°C bis 300°C
- Temperaturlagerung bis 350°C

Power Lab

- Prüfeinrichtung hetero-höchstintegrierte Leistungselektronik
- Aktives Zykeln von Leistungsmodulen für die Lebensdauerbestimmung
- Kalorimetrisches Messen des Wirkungsgrades von hocheffizienten Geräten

Design

Hochfrequenz-Labor

- Free Space Messplatz bis 170 GHz, Fabry-Perot-Resonatoren bis 140 GHz sowie THz-System zur Materialcharakterisierung
- Halbbautomatische Probestation mit Thermokammer von -60°C bis 300°C
- EMV und Testumgebung für drahtlose Kommunikationssysteme im Multi-Gigabit- und Terabit-Bereich
- Antennen-Messsystem bis 330 GHz
- Testumgebung für mm-Wellen-Module für Radar und Kommunikation, Signalquelle (AWG) und Spektrumanalysator bis 325 GHz
- Zeitbereichsmessplatz (Sample Oszilloskop bis 70 GHz/BERT bis 64 Gbit/s)

Mikroelektroniklabor

- Entwicklung und Qualifizierung mechatronischer Systeme und energieeffizienter Funksensorsysteme
- PXA für Reichweitenabschätzung, Konformitätschecks und Fehleranalysen (ab 162 µs Signalzeit)

Weitere Labore

- Mikrobatterielabor mit 10m langer Batterieentwicklungs- und Montagelinie
- Labor für textilintegrierte Elektronik (TexLab)
- Photoelektronenspektroskopie und Electron Spectroscopy for Chemical Analysis (ESCA)
- Korrosionslabor (CoALa)
- Electronics Condition Monitoring Labor (ECM) für Funktionstests elektronischer Systeme bei Umgebungsbeanspruchung, inkl. Feuchtigkeit und Vibration
- Qualifikations- und Prüfzentrum für elektronische Baugruppen (QPZ)
- Labor für thermomechanische Zuverlässigkeit und Werkstoffcharakterisierung
- Thermal & Environmental Analysis Lab

den





Events & Nachwuchsförderung

So hatten wir uns das nicht gedacht!

Nachdem das Jahr 2020 ganz im Zeichen von COVID-19 stand, rechneten wir fest damit, unsere Kund*innen und Partner 2021 wieder persönlich in Workshops, auf Messen oder bei Konferenzen treffen und uns mit ihnen austauschen zu können.

Doch die Pandemie machte uns abermals einen Strich durch die Rechnung und so perfektionierten die IZM-Forscher*innen weiter ihren Online-Auftritt für die diversen digitalen IZM-Veranstaltungsformate. Was sich schon 2020 andeutete, hat sich dieses Jahr bestätigt – die Online-Veranstaltungen erschließen uns neue Kontakte mit potenziellen Kooperationspartnern im europäischen Ausland und aus Übersee.

Auf den nächsten Seiten finden Sie eine Auswahl der Veranstaltungen, die das Fraunhofer IZM im vergangenen Jahr selbst durchgeführt oder an denen sich IZM-Kolleg*innen beteiligt haben. Es sind erstaunlich viele eigene Workshops und Seminare dabei, mehr als in anderen Jahren. Und erfreulicherweise gab es gelegentlich auch Events, die wieder in Präsenz stattfinden durften, z. B. der Girls' Day im August 2021. Für das nächste Jahr erhoffen wir uns mehr davon!

Events



Intensive Diskussionen bei der Ecodesign Learning Factory

Mit Online-Seminar-Reihen durch die Corona-Krise

Die Expert-Session-Reihe »Advanced Packaging: Simulation, Technology, and Reliability« bot spannende Einblicke in brandaktuelle Forschungsthemen des Fraunhofer IZM sowie einen Überblick zu Kooperationsmöglichkeiten in Forschungsprojekten. An den neun Terminen von Januar bis Mai 2021 nahmen jeweils mindestens 100 Interessierte aus der ganzen Welt aus Industrie, Wissenschaft und Wirtschaft an den 45-minütigen Online-Sessions teil. Themen waren z. B. Green Electronics, Zuverlässigkeitsuntersuchungen und Panel Level Packaging.

»IZM Photonics: IN GLASS WE TRUST«: Erfolgreiche Akquise durch digitale Expert*innen-Sessions

Die IZM-Gruppe »Optical Interconnection Technologies« hat die digitalen Expert*innen-Sessions im Jahr 2021 ebenfalls fortgesetzt und präsentierte im dreimonatigen Rhythmus online jeweils ein Thema unter dem Slogan »IZM Photonics: IN GLASS WE TRUST«. In den kurzen Sessions zeigten die Präsentierenden, was mit Glas im Bereich des Photonic Packaging möglich ist und wie die Zuschauenden dies für ihre Branche oder in Projekten mit dem Fraunhofer IZM nutzen können. Auch auf den Social-Media-Kanälen waren die vorausgezeichneten Präsentationen erfolgreich: Der Beitrag von Dr. Wojciech Lewoczko-Adamczyk wurde zum Beispiel bereits tausendfach auf YouTube aufgerufen.

Ecodesign Learning Factory – Circular Service Design

In dem zweitägigen Workshop »Ecodesign Learning Factory – Circular Service Design« wird untersucht, wie man sich zirkuläre Dienstleistungen der Zukunft vorstellen und aufbauen kann. Mithilfe von Methoden aus Bereichen wie Systemdenken, Service Design und spekulativem Design wird an einem fiktiven Szenario gearbeitet, es werden Herausforderungen definiert und Lösungen für die Branche entwickelt. Der Workshop richtet sich an Designer*innen, Industriefachleute, Produktentwickler*innen, Umweltmanager*innen, Marketingexpert*innen und Geschäftsentwickler*innen. Geleitet wird er von Umweltwissenschaftler*innen der TU Berlin und des Fraunhofer IZM sowie von Designer*innen von Fjord Berlin. Im Jahr 2021 fand der Workshop im März online und im September in Präsenz statt.

Sensor+Test als Presse-Event

Das Fraunhofer IZM nahm vom 4. bis 6. Mai als Teil der Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD) an der Online-Fachmesse Sensor+Test 2021 teil, dem weltweit führenden Forum für Sensorik, Mess- und Prüftechnik. Hier konnten sich Besucher*innen über

das komplette Dienstleistungsspektrum des Instituts im Bereich Sensorsysteme informieren, welches das Know-how entlang der gesamten Wertschöpfungskette in den Bereichen Materialien und Prozesse, Systemdesign, Sensorsystementwicklung, Produktintegration sowie Sensor(system)qualifizierung und Sensor(system)zuverlässigkeit bündelt.

Elektromagnetische Kompatibilität für vernetzte drahtlose Systeme

Auf dem europäischen »EMC+SIPI 2021 Symposium« präsentierte das Fraunhofer IZM am 4. August zusammen mit der Universität Paderborn und der KU Leuven ein Workshop-Tutorial zum Thema »EMC for Emergent Wireless Systems«. Der Workshop vermittelte praktikable Lösungen für Probleme mit elektromagnetischen Interferenzen beim Einsatz vernetzter drahtloser Systeme (IWS). Elektromagnetische Interferenzen sind in der drahtlosen Vernetzung eine der größten versteckten Herausforderungen, insbesondere bei

Anwendungen mit strengen Zuverlässigkeits- und Sicherheitsanforderungen in Verbindung mit der Verlagerung zu höheren Frequenzen. Das Tutorial zeigte, wie zuverlässigere und sicherere IWS schneller zu wettbewerbsfähigen Preisen entwickelt werden können. Anwendungsbeispiele in Form von Fallstudien rundeten den Workshop ab.

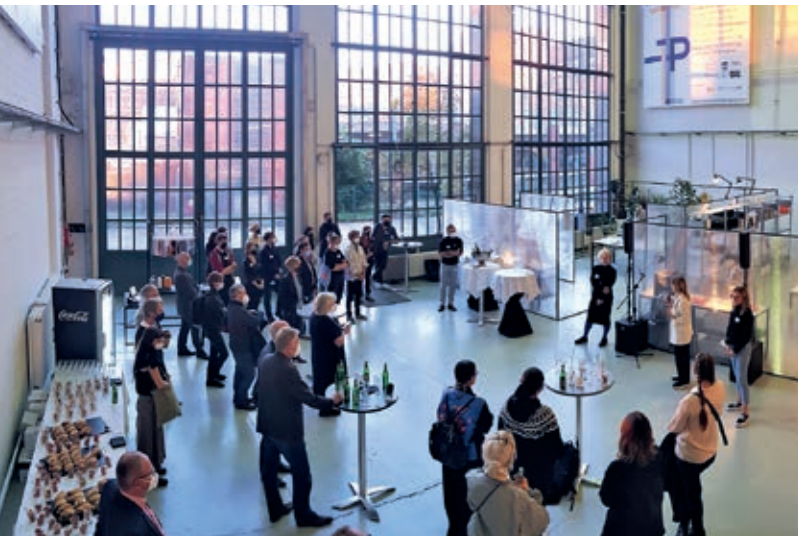
Panel Level Packaging Konsortium 2.0

Seit 2016 arbeitet das Fraunhofer IZM mit einer Gruppe führender Industrieunternehmen aus Europa, den USA und Japan zusammen, um grundlegende Prozesse für neue Panel Level Packaging Technologien zu entwickeln, die sich in der Übergangsphase zur Großserienproduktion befinden.

Das zweite Panel Level Packaging Konsortium, das von 2020 bis 2022 angesetzt ist, konzentriert sich auf die Die-Placement- und Embedding-Technologie für die ultrafeine Linienverdrahtung bis hin zu 2 µm Linienbreite und einem Potenzial von bis zu 1 µm.

Auswahl von IZM-Veranstaltungen

Expert-Session-Reihe: Advanced Packaging: Simulation, Technology and Reliability	Januar bis Mai, online
Workshopreihe: IZM Photonics: IN GLASS WE TRUST	Februar/Mai/August, online
Industrie-Arbeitskreis: Systemzuverlässigkeit von Aufbau- und Verbindungstechnologien	Februar/Mai/Oktober, Berlin
Workshop: Ecodesign Learning Factory – Circular Service Design	März, online September, Berlin
PolyCE-Konsortium Workshop: Circular Product Development – The Secrets to Design for and from Recycling	April, online
Industrie-Arbeitskreis: Rechtskonformes Umweltmanagement in der Elektronikindustrie	April, online
Panel Level Packaging Konsortium 2.0	August, online
5G-Anwenderforum	August, online
Eröffnung des Textile Prototyping Lab	September, Berlin
Webinar: Introduction to Multi-project Fan-out Wafer Level Packaging for EURO PRACTICE	Oktober, online
Workshop: Zuverlässigkeit elektronischer Systeme	November, online
eHarsh-Seminar	Dezember, online



Eröffnung des Textile Prototyping Labs am Fraunhofer IZM

Die Erforschung von Migrationseffekten und den Migrationsgrenzen der Feinleitungsverdrahtung sind weitere Aufgaben des Projekts. Beim Jahrestreffen am 18. August kamen die Teilnehmenden aus der ganzen Welt für zwei Tage zu einem virtuellen Treffen zusammen.

Stadtradeln – Radeln für gutes Klima

Als Team möglichst viele Radkilometer innerhalb von 21 Tagen fahren – dafür tauschten 55 Kolleg*innen im September 2021 das Auto und die Bahn gegen das Rad ein und erradelten 16.181 km, was Platz 28 in der Gesamtwertung bedeutete. Die Aktion »Stadtradeln« läuft deutschlandweit, um eine Anregung zum Umdenken zu schaffen. 80 Prozent aller Haushalte besitzen ein Fahrrad, nutzen es aber selten. Im Team ist der Anreiz weitaus größer.

In einer App können die gefahrenen Kilometer eingetragen oder auch die Touren aufgezeichnet werden. Diese aufgezeichneten Strecken werden anonymisiert von der TU Dresden analysiert und den Kommunen zur Verfügung gestellt, um die Radinfrastruktur zu optimieren. So sollen nach und nach die Möglichkeiten zum Radfahren verbessert werden.

Radeln für einen guten Zweck

Die beiden Radsportenthusiasten Ulf Oestermann (Fraunhofer IZM) und Carsten Homeyer (SAP) brachten dieses Jahr bereits zum zweiten Mal die Nicola-Werner-Challenge von Paris nach Berlin. Am 11. September 2021 versammelten sich über 30 Radsportbegeisterte am Alexanderplatz, um mit ihrer Aktion die Krebsforschung zu unterstützen. Bei ein wenig Sonnenschein und Regen fuhren sie über 100 Kilometer, um letztendlich an der Siegessäule die Challenge zu beenden. Insgesamt wurden über 1.900 Euro Spenden für das Deutsche Krebsforschungszentrum gesammelt.

SEMI Packaging Technology Seminar

Das SEMI Packaging Technology Seminar fand vom 28. bis 29. September 2021 in Hof (Oberfranken) statt. Hier trafen sich Expert*innen aus den Bereichen Halbleiter Packaging, Montage, Testfertigung und Design, um sich über die Herausforderungen der Halbleiterindustrie, wie z. B. Unterbrechungen in der Lieferkette, auszutauschen und Lösungen zu diskutieren. Das Fraunhofer IZM stellte auf der begleitenden Ausstellung aktuelle Entwicklungen aus dem Institut vor und Gruppenleiterin Dr. Tanja Braun referierte zum Thema »Fan-out WL/PL Packaging – A European Perspective for Advanced Packaging«.

Eröffnung des Textile Prototyping Labs

Am Fraunhofer IZM wurde zusammen mit der Weißensee Kunsthochschule Berlin Deutschlands erstes offenes Labor für das Prototyping textiler Elektronik eröffnet. Ausgestattet mit modernster Technik können im Textile Prototyping Lab (TPL) von nun an E-Textile-Ideen mit einem interdisziplinären Team aus Wissenschaft und Kunst ausgearbeitet und umgesetzt werden.

Gäste aus Forschung, Industrie und Stadtverwaltung, Fördergeber sowie Vertreter*innen von Startups aus dem Textilbereich hatten bei der Eröffnung am 29. September die Möglichkeit, das modulare Labor und den Maschinenpark kennenzulernen. Zu den Highlights gehören z. B. Stickmaschinen, Schneideplotter,

Laminiergeräte und ein 3D-Drucker, deren Zusammenspiel live demonstriert wurde. Die Besucher*innen konnten sich eigene Designs und Logos auf Textilien drucken lassen.

Prof. Dr. Klaus-Dieter Lang verlässt die Institutsleitung

In der Fachwelt gilt er als ausgewiesener Experte der Systemintegration für Elektronikprodukte und Fachmann für langlebige Chipverbindungen. Nachdem er das Fraunhofer IZM dauerhaft als Institutsleiter auf Erfolgskurs gehalten hat, verabschiedete sich Prof. Klaus-Dieter Lang Mitte September 2021 im Rahmen eines Grillabends von seinen Mitarbeitenden.

»Es stimmt nicht immer, dass man aufhören soll, wenn's am schönsten ist«, sagte Prof. Lang kurz vor seiner Pensionierung. »Forschung für die Praxis ist eigentlich immer schön und auf den innovativen Gebieten der Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik ganz besonders.« Nach einer preiswürdigen Dissertation baute er gleich mehrere Zentren für diese Themen auf, wurde Inhaber des Lehrstuhls für »Nano Interconnect Technologies« an der Technischen Universität Berlin, brachte sich in unzählige Gremien ein und verdoppelte in seiner Zeit als Institutsleiter den Wirtschafts-ertrag des Fraunhofer IZM.

Was bedeutet 6G für das Packaging?

Auf dem 54. Internationalen IMAPS-Symposium hielten am 11. Oktober sechs IZM-Kolleg*innen einen Online-Workshop zum Thema »What Does 6G Mean for Packaging?«.

Im Eröffnungsvortrag »The Leap from 5 to 6G« diskutierte Dr. Dr. Ivan Ndip die wichtigsten Unterschiede zwischen 5G und 6G mit dem Fokus auf Anforderungen und Herausforderungen im Packaging derartiger Systeme. Kostenoptimierte Fertigungstechnologien für HF-Module und ein verlustarmes Packaging-Konzept auf Basis von Glassubstraten und Glasdurchkontaktierungen waren die Themen von Dr. Tanja Braun und Markus Wöhrmann, bevor Dr. Hermann Opper mann sich den technologischen Herausforderungen dichter optischer und elektrischer Verbindungen



widmete, die durch zum Teil widerstrebende Anforderungen an optimierte HF-Übertragung und Wärmemanagement entstehen. Dr. Hans Walter befasste sich mit dem Einfluss der Alterung auf die Eigenschaften von HF-Laminaten. Abschließend beleuchtete Dr. Tolga Tekin den Einsatz photonischer Technologien für die Realisierung massiver Kommunikationsanwendungen wie auch für das Computing der nächsten Generation.

Institutsleiter Prof. Klaus-Dieter Lang wird verabschiedet von seinem Nachfolger Prof. Martin Schneider-Ramelow und Abteilungsleiter Harald Pötter (v. l. n. r.)

Veranstaltungen mit IZM-Beteiligung (Auswahl)

Sensor+Test 2021	Mai, online
Semi Packaging Technology Seminar	September, Hof
Photoniktage Berlin/Brandenburg	Oktober, hybrid
IMAPS 2021	Oktober, online
MikroSystemTechnik Kongress 2021	November, Ludwigsburg
IPC E-Textiles 2021 Virtual World Tour	November, online
Productronica 2021	November, München



Kleiner Sensor ganz groß – für den MST-Kongress wurden die winzigen Strukturen des GlaRA-Radarsensors augenfreundlich auf einem Modell visualisiert

EUROPRACTICE Webinar: Multi-project Fan-out Wafer Level Packaging

In dem Webinar am 28. Oktober 2021 gaben Dr. Tanja Braun und Markus Wöhrmann vom Fraunhofer IZM einen Einblick in das Multi-Project Fan-out Wafer Level Packaging und beleuchteten den grundlegenden Technologieansatz sowie einige der jüngsten Entwicklungen und Anwendungen. Das Multiprojekt-Wafer-Processing ist ein etablierter Ansatz in der Halbleiterfertigung für schnelles und kostengünstiges Prototyping. Diese Idee wird nun auf das Fan-out Wafer Level Packaging übertragen. Diese Technologie eignet sich insbesondere für HF-Anwendungen.

Zurück zur Präsenz auf dem MST-Kongress

Der größte deutschsprachige Kongress auf dem Gebiet der Elektronik- und Mikrosysteme, der 9. MST-Kongress, fand vom 8. bis 10. November 2021 in Ludwigsburg statt. Am Gemeinschaftsstand der Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD) stellte das Fraunhofer IZM zusammen mit sechs anderen Fraunhofer-Mikroelektronikinstituten aus und feierte ein langersehntes persönliches Wiedersehen mit den Besucher*innen. Das Institut präsentierte den 500 Teilnehmenden u. a. GlaRA, einen kostengünstigen Radarsensor für unterschiedliche Industrieanwendungen, der im Rahmen eines BMBF-geförderten Projekts entwickelt und aufgebaut wurde.

Workshop »Drohnen in der Logistik« bündelt Fraunhofer-Kompetenzen

Alle zwei Jahre treffen sich Fachleute aus aller Welt auf der Productronica in München, um sich über neue Trends und Innovationen in der Elektronikbranche zu informieren. Das Fraunhofer IZM war Mitte November mit der Workshop-Reihe »Drones for Logistics« und dem gleichnamigen Vortrag auf der Productronica 2021 vertreten. Hier ging es um Radarsysteme für die Indoor-Navigation von Drohnen in Logistikanwendungen. Das Projekt bündelt die Kompetenzen der vier beteiligten Fraunhofer-Institute IZM, FHR, FKIE und IML, die gemeinsam die Systementwicklung vorantreiben.

Zuverlässigkeit elektronischer Systeme

Am 17. und 18. November 2021 lud die IZM-Fachabteilung Environmental and Reliability Engineering zum Workshop »Zuverlässigkeit elektronischer Systeme« ein. Themen waren u. a. Methoden zur Systembewertung, Einflüsse von Belastungen und deren Ausfallmechanismen, empirische und physikalische Alterungsmodelle, Simulationssystematik, Umgang mit Zuverlässigkeitskennwerten und Absicherung der Zuverlässigkeit durch Zustandsüberwachung.

Online-Seminar eHarsh

Acht Fraunhofer-Institute haben ihre Kompetenzen in den Bereichen Sensorik, Mikroelektronik, Montage, Leiterplattendesign, Laseranwendungen und Zuverlässigkeitsanalyse in einem Konsortium gebündelt, um eine Technologieplattform zu entwickeln und bereitzustellen, auf deren Basis Sensorsysteme für den Einsatz in extrem rauer Umgebung produziert werden können. Im Online-Seminar »eHarsh« wurde am 1. Dezember 2021 in einer Kombination aus Fachvorträgen und Live-Vorführungen gemeinsam mit sieben anderen Fraunhofer-Standorten der aktuelle Stand unserer Forschungs- und Entwicklungsarbeit vorgestellt.

Das Fraunhofer IZM als Zukunftsort im Berliner Stadtbild

Das Fraunhofer IZM wurde stellvertretend für den Technologie-Park Humboldthain Anfang 2022 für eine umfassende Werbeaktion im Berliner Raum als Zukunftsort ausgewählt. Mit dem Slogan »Zukunft ist, wenn die Bienen wiederkommen« war das Projekt »Sens4Bee« in zwei Wochen im März auf 146 City-Light-Säulen und 237 Public-Video-Stationen mit täglich 60 Wiederholungen plakativ und mit Kurzvideos sichtbar. Flankierende Posts erweiterten die Aktion auf allen Social-Media-Kanälen, die wiederum eine große Resonanz und sogar weiterführende Diskussionen auf Twitter entfachten. Analog und digital wurde somit neben alltäglichen Konsumgütern an prominenten Plätzen, Bahnhöfen und Wahrzeichen Berlins für angewandte Forschung geworben.

Nachwuchsförderung am Fraunhofer IZM

Die Zukunft unserer Branche fußt auf dem naturwissenschaftlichen Nachwuchs. Das Fraunhofer IZM fördert diesen seit über 20 Jahren und profitiert schon lange selbst davon. Für die Rekrutierung der schlauesten Köpfe setzt das Institut auf die duale Berufsausbildung. Im Jahr 2021 ist es zwei Auszubildenden gelungen, ihre Lehre im Bereich Mikrotechnologie abzuschließen. Erfreulicherweise konnte das Fraunhofer IZM die zwei fertigen Mikrotechnologen übernehmen. Drei weitere Auszubildende der Mikrotechnologie haben ihre Lehre am Fraunhofer IZM begonnen und ein Auszubildender im neuen Ausbildungsberuf Oberflächenbeschichter ist hinzugekommen.

Aber auch andere Angebote wie Praktika erlauben einen Einblick in die Ausbildungs- und Studiemöglichkeiten für naturwissenschaftliche (MINT-)Berufe. Trotz der Corona-beschränkungen war die Nachfrage nach Praktikumsplätzen im Jahr 2021 sehr groß. Im Rahmen eines zwei- bis dreiwöchigen Schülerpraktikums haben im vergangenen Jahr vier Schüler*innen in den Laboren des Fraunhofer IZM mitgewirkt. Hinzu kam eine Praktikantin aus dem Projekt EnterTechnik, das technikbegeisterten jungen Frauen die Möglichkeit gibt, ein Jahr lang Eindrücke und Erfahrungen in verschiedenen Betrieben und Einrichtungen zu sammeln, u. a. als Hilfe bei der Berufswahl.

Freiwilliges Ökologisches Jahr – Der Nachhaltigkeit auf der Spur

Die Abteilung Environmental Engineering (ERE) am Fraunhofer IZM bietet jungen Menschen die Möglichkeit, ein Freiwilliges Ökologisches Jahr (FÖJ) zu absolvieren. Aufgrund der zunehmenden Durchdringung aller Lebensbereiche mit Elektronik beschäftigt sich die Abteilung mit Umweltfragen dieser Technologien und

erarbeitet Konzepte zur Verbesserung der Umweltverträglichkeit und Energieeffizienz elektronischer Geräte oder Baugruppen. Im Jahr 2021 konnte das Fraunhofer IZM zwei Freiwillige durch ihr ökologisches Jahr begleiten.

Girls' Day 2021 – Mikroelektronik hautnah

Nach coronabedingter Unterbrechung war es dieses Jahr endlich wieder soweit: 12 interessierte Mädchen vom Gabriele-von-Bülow-Gymnasium besuchten im Rahmen des jährlich stattfindenden Girls' Days das Fraunhofer IZM, um praxisnah Einblicke in die spannende Welt der Mikroelektronik zu erhalten. Der Tag begann mit einer kurzen Einführung zu den Grundbegriffen der Mikroelektronik und den Anwendungsfeldern der Forschung am Fraunhofer IZM. Hier konnten die Mädchen Sensoren, Leiterplatten sowie Exponate begutachten und in unserem Showroom einen Eindruck davon bekommen, wo diese Bauteile überall eingesetzt werden können. Nach einem kurzen Quiz ging es dann direkt in den Reinraum, wo die Neuntklässlerinnen in voller Montur hautnah einen Einblick in die spannende Arbeit der IZM-Wissenschaftler*innen bekamen. Die Mädchen waren von der anschaulichen Führung begeistert und stellten angeregt Fragen. Nach einem Gruppenfoto mit Kittel und Haube durften sie dann endlich selbst basteln: Schaltkreise verbinden, Widerstände berechnen und LEDs leuchten lassen.

Abschließend war noch etwas Zeit für Feedback: »Ich fand den Tag super abwechslungsreich und war sehr begeistert, dass wir einmal selbst in einen Reinraum durften«, beurteilte Josephine den Tag und erhielt viel Zustimmung von ihren Mitschülerinnen.



*Endlich selbst Hand
anlegen ...*



*Waferbegutachtung in
voller Reinraummontur*

Facts & Figures



Das Fraunhofer IZM in Zahlen und Fakten

Finanzielle Situation

Das Jahr 2021 war für das Fraunhofer IZM ein durch Wachstum geprägtes erfolgreiches Jahr. Die Investitionen der vergangenen Jahre in Infrastruktur und Geräte konnten hervorragend genutzt werden, um das Angebot zur Unterstützung der Wirtschaft in Forschung und Entwicklung auszubauen. Die Erträge von deutschen und internationalen Industrieunternehmen sowie Wirtschaftsverbänden stiegen im Vergleich zum Vorjahr um 11,1 Prozent auf 16 Millionen Euro. Das Fraunhofer IZM deckte so 41,6 Prozent seiner Kosten durch direkte Aufträge aus der Wirtschaft. Das Volumen der öffentlich geförderten Projekte blieb mit einem Projektvolumen von 13,5 Millionen Euro stabil.

Mit 38,5 Millionen Euro stieg der Umsatz des Fraunhofer IZM um 2,4 Prozent. Das Fraunhofer IZM deckte im Jahr 2021 79,8 Prozent seines Betriebshaushalts durch eingeworbene externe Erträge. Insgesamt wurden Projekte in Höhe von 29,5 Millionen Euro extern finanziert.

Geräteinvestitionen

Für laufende Ersatz- und Erneuerungsinvestitionen wurden im Jahr 2021 Eigenmittel in Höhe von 1,5 Millionen Euro aufgewandt. Diese Mittel wurden eingesetzt, um die Geräteausrüstung des Fraunhofer IZM mit einer Vielzahl gezielter Einzelmaßnahmen zu verbessern und die Effizienz vorhandener Anlagen zu erhöhen.

Weitere 2 Millionen Euro wurden zur Durchführung verschiedener kleinerer Baumaßnahmen verwendet. Hierbei wurden Detailverbesserungen und Anpassungen vorgenommen,

um die Leistungsfähigkeit des Fraunhofer IZM zu erhöhen und neue Anforderungen der Arbeitssicherheit umzusetzen.

Mit Unterstützung des Landes Berlin wurde der Aufbau des Berliner Quantum Packaging Labs begonnen. Hierfür stehen insgesamt 3,4 Millionen Euro zur Verfügung. Den Ausbau des Bio Sense Labs unterstützte das Land Berlin mit weiteren 0,9 Millionen Euro.

Personalentwicklung

Aufgrund der guten Ertragszahlen blieb der Personalbestand an den IZM-Standorten Berlin, Dresden/Moritzburg und Cottbus mit 298 Mitarbeiter*innen stabil.

Am Fraunhofer IZM können Studierende ihr Studium mit praktischer wissenschaftlicher Arbeit in den Büros und Laboren des Instituts verbinden. Zum Jahresende 2021 wurden 132 Praktikant*innen, Bacheloranden, Masteranden und studentische Hilfskräfte betreut und 8 Auszubildende als Mikrotechnolog*innen und Kauffrauen/Kaufmänner für Büromanagement ausgebildet.

Das Fraunhofer IZM 2021

Budget	38,5 Millionen Euro
Externe Erträge	29,5 Millionen Euro (entspricht 79,8 Prozent)
Standorte	Berlin, Cottbus und Dresden/Moritzburg
Laborfläche	> 8.000 m ²
Mitarbeitende	438 (davon 132 Praktikant*innen, Bacheloranden, Masteranden und studentische Hilfskräfte sowie 8 Azubis)

Auszeichnungen

Lars Böttcher mit Forschungspreis 2021 ausgezeichnet für Technologien zur Chip-Einbettung

Mit seiner Forschung zur Einbettung von Chips in Leiterplatten sorgt Lars Böttcher seit über 20 Jahren dafür, dass elektronische Systeme kleiner, weniger anfällig und zugleich besonders hochfrequenztauglich sind. Hierdurch hat er zusammen mit mehreren Industriepartnern der früheren Nischentechnologie den Weg in viele Anwendungen geebnet – ob in der Automobilindustrie, der Medizintechnik oder in alltäglichen Consumer-Geräten. Dafür wird er mit dem Forschungspreis 2021 des Fraunhofer IZM geehrt.

Bereits zur Jahrtausendwende erkannte der Mikrosystemtechnik-Experte Lars Böttcher das Potenzial der Bauteileinbettung für die Entwicklung neuartiger Gehäuse- und Modulkonzepte. Seitdem forscht er am Fraunhofer IZM zu auf Leiterplattenprozessen basierenden Technologien für das Einbetten von Chips in Polymere.

Der Forschungspreis wird vom Fraunhofer IZM seit über 20 Jahren »für herausragende Forschungsleistungen auf dem Gebiet der Mikroelektronik, der Mikrosystemtechnik und des Packaging« vergeben und würdigt neben der Forschungsleistung vor allem den Transfer in industrierelevante Entwicklungen. Die Verleihung des Preises an Lars Böttcher wird am 23. Juni 2022 im Rahmen einer Festveranstaltung stattfinden.

Dr. Tanja Braun erhält den »Exceptional Technical Achievement Award der IEEE«

Am 19. März gab die IEEE Electronics Packaging Society (EPS) die Gewinner*innen der Society Major Awards 2021 bekannt, und unsere Gruppenleiterin Dr. Tanja Braun wurde, gemeinsam mit Beth Keser von Intel, mit dem »Exceptional Technical Achievement Award« ausgezeichnet. Der Preis ist nicht nur eine Anerkennung ihrer herausragenden Arbeit auf dem Feld des Electronic Packaging, sondern beweist auch, dass ihre fachlichen Beiträge zum Thema genau den Nerv der Jury getroffen haben. Den Preis erhält Dr. Braun für ihre bahnbrechenden Beiträge sowie ihre Führungsrolle im Fan-out Wafer Level Packaging und dem Übergang zum Panel Level Packaging. Der Aufbau der ersten internationalen,

industrierelevanten FuE-Referenzlinie für großformatiges Panel Level Packaging sowie die Initiierung und Organisation des Panel Level Konsortiums mit 17 Industriepartnern, aktuell in der zweiten Phase (PLC 2.0), sind nur einige Beispiele ihrer außergewöhnlichen Aktivitäten in dem Bereich.

IZM-Forschende gewinnen Ralf-Dahrendorf-Preis mit anschaulichen Lösungen zu nachhaltiger Elektronik

Im Projekt sustainablySMART untersuchte ein Forschungsteam vom Fraunhofer IZM rund um den Nachhaltigkeitsexperten Karsten Schischke, welche nachhaltigen Alternativen es gibt und wie Ansätze der Kreislaufwirtschaft am besten Eingang in den Consumer-Bereich finden. Mit ihrem umfassenden Konzept gewannen sie den Preis des Bundesministeriums für

*Ausgezeichnet für ihre Forschungsarbeit:
Dr. Tanja Braun und Lars Böttcher*



Bildung und Forschung für herausragende Forschungszusammenarbeit auf europäischer Ebene und die dazugehörige Wissenschaftskommunikation.

Mit dem europäischen Projekt sustainablySMART leistete das Forschungsteam einen beachtlichen Beitrag zum Verständnis von Kreislaufwirtschaft. Untersucht wurden dabei vor allem mobile Produkte, wie Smartphones und Tablets, die schon seit Langem im Alltag angekommen sind und doch einen erheblichen ökologischen Fußabdruck hinterlassen. Mit Hilfe von verlängerten Lebenszyklen durch innovative Produktdesigns, verbesserten Recycling- und Wiederaufbereitungskonzepten und einer gesteigerten Ressourceneffizienz wendete das Team Ideen der Kreislaufwirtschaft auf IKT-Geräte an.

Die Forschenden entwickelten alternative Lösungen und bauten nachhaltige elektronische Geräte auf: So entstanden z. B. ein modulares Smartphone-Konzept, ein lokal gefertigtes Tablet aus nachhaltigen Materialien, Konzepte der Wiederverwendung der elektronischen Komponenten eines Smartphones in anderen Geräten, ein kollaborativer Demontageroboter für die Komponentenentnahme und vieles mehr.

Dr. Tanja Braun wird mit dem »Sydney Stein Award« ausgezeichnet

Anlässlich der IMAPS 2021 Conference wurde IZM-Gruppenleiterin Dr. Tanja Braun im Oktober mit dem »Sydney Stein Award« ausgezeichnet, sowohl für ihr Engagement bei IMAPS als auch für ihren bedeutenden Beitrag zum technologischen Fortschritt im Microelectronic Packaging auf internationaler Ebene. Die International Microelectronics and Packaging Society (IMAPS) ist der weltweit größte Verband zur Förderung technologischen Fortschritts in den Bereichen Mikroelektronik und Microelectronic Packaging. Jedes Jahr ehrt die IMAPS Organisation einzelne Mitglieder für bemerkenswerte Leistungen mit den »Society Awards«.

Studierende des Fraunhofer IZM pitchten erfolgreich beim Fraunhofer-Kommunikationspreis

Die beiden Studierenden Olga Putsykina und Niklas Goll haben mit ihrem digitalen Erklärformat μ fragtnach den 3. Platz beim diesjährigen Fraunhofer-Kommunikationspreis gewonnen. In kurzen Video-Interviews lassen sich die beiden zusammen mit ihrer Kunstfigur, dem kleinen μ , jeden Monat einen komplizierten Fachbegriff der Mikroelektronik verständlich erklären und erreichen damit mittlerweile über 800 Interessierte. Mit ihrem Konzept, das die Studierenden selbst erdacht haben und nun seit über einem Jahr regelmäßig präsentieren, überzeugten sie weit über hundert PR-Verantwortliche der Fraunhofer-Gesellschaft und setzten sich damit gegen fünf weitere Nominierte in dieser Kategorie durch.



Olga Putsykina und Niklas Goll – erfolgreich mit ihrem online-Format # μ fragtnach

Um die Bedeutung der Wissenschaftskommunikation zu würdigen, verleiht das Fraunhofer PR-Netzwerk seit 2005 den Kommunikationspreis. Gesucht werden dabei originelle Ideen, wirkungsvolle Kampagnen sowie kreative Projekte als Beitrag für den Transfer von Wissen in die Gesellschaft. Der Preis wurde auf dem PR-Strategietreffen am 11. November 2021 verliehen.

Fraunhofer IZM erneut zum »Research Institute of the Year« gekürt

Bereits zum zweiten Mal freut sich das Fraunhofer IZM über den Award der 3DInCites, der jährlich Forschende und Institutionen für überragende Arbeit im Bereich der Hetero-Systemintegration von Halbleitern auszeichnet.

Für die bahnbrechende Forschung im Bereich des Panel Level Packaging wurde das Fraunhofer IZM nun zum Institut des Jahres gewählt. Innerhalb des Projekts »Panel Level Packaging Consortium 2.0« hat sich das Institut mit branchenführenden Unternehmen verschiedener Länder zusammengetan, um PLP-Technologien zu entwickeln, die auch in der industriellen Massenproduktion nutzbar sind. Das zweite Konsortium ist bis 2022 angesetzt und fokussiert sich auf die Die-Placement- und Embedding-Technologie für die ultrafeine Linienverdrahtung bis hin zu 2 μ m Linienbreite und einem Potenzial von bis zu 1 μ m.

Best Paper, Dissertationen, Editorials

Best Paper

EMPC 2021 Best Paper Award geht an Elisabeth Kolbinger

Für ihren Beitrag »Characterization of the Corrosion Behavior of Al-X Bond Wire« wurde die IZM-Forscherin Elisabeth Kolbinger gemeinsam mit ihren Kolleg*innen Anne Groth, Stefan Wagner und Martin Schneider-Ramelow mit dem Best Paper Award der EMPC 2021 ausgezeichnet. Die European Microelectronics Packaging Conference (EMPC), die vom 13. bis 16. September 2021 pandemiebedingt online stattfand, ist neben der ESTC die größte europäische Konferenz zum Thema Microelectronic Packaging und dient alle zwei Jahre als Treffpunkt für Mikroelektronikexpert*innen aus aller Welt.

In ihrem Paper analysieren die IZM-Wissenschaftler*innen das Korrosionsverhalten von Al-X-Bonddrähten im Vergleich zu drei weiteren Aluminiumbonddrähten, um herauszufinden, ob Al-X-Bonddrähte für den Einsatz in rauen Umgebungsbedingungen geeignet sind. Für die Untersuchung wurden klassische mechanische und elektrochemische Messmethoden miteinander kombiniert.

Die elektrochemische Analyse ergab für den Al-X-Bonddraht eine deutlich geringere Korrosionsaffinität als bei den anderen untersuchten Bonddrahttypen, sodass zusammenfassend die Eignung von Al-X-Bonddraht für die Anwendung in harschen Umgebungen nachgewiesen werden konnte.

Dissertationen

Kaupmann, Philip

»A Novel Indirect Actuation Concept for MEMS Micromirrors«

Krüger, Michael

»Untersuchung der Linearität elektrischer Verbindungen zur frühzeitigen Erkennung von Degradationen«

Lykova, Maria

»Investigation of Cu-Cu Bonding for 2.5D and 3D System Integration Using Self-assembled Monolayer as Oxidation Inhibitor«

Schambeck, Simon

»Einfluss der Temperaturwechselbedingungen auf Fehlermechanismus und Lebensdauer von SnAgCu Lotverbindungen«

Schmidt, Michael

»Numerische Modellierung der lokalen mechanischen Beanspruchbarkeit eines epoxidharzbasierten Schaltungsträgersubstrats«

Tschoban, Christian

»Methoden zur Vorhersage der Impedanz und Abstrahlung von flächigen Spannungsversorgungsanlagen für High-Speed Anwendungen«

Yang, Hua

»Homogenization of Strain Gradient Continua: Constitutive Parameter Identification, Size Effects Analysis, and Brittle Fracture Propagation«

Editorials

Bioelectronic Medicine: Engineering Advances, Physiological Insights, and Translational Applications

Giagka, V. (Guest Editor)

Bioelectronic Medicine Journal

Giagka, V. (Associate Editor)

International Journal of Microelectronics and Electronic Packaging

Ndip, I. (Associate Editor)

PLUS Journal (Eugen G. Leuze Verlag)

Lang, K.-D. (Mitglied des Redaktionsbeirats)

Vorlesungen

BTU Cottbus-Senftenberg

Prof. Dr. M. Jaeger-Erben

- Sozialwissenschaftliche Umweltfragen
- Sociology
- Propädeutikum

German University in Cairo

Dr. T. Tekin

- Sensor Technology

Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin

M. Bäuscher

- BioMEMS

M. Hubl

- Bionik

Prof. Dr. H.-D. Ngo

- Mikrosensorik
- Mikrosystemtechnologien II
- Charakterisierung von Halbleitersensoren
- Mikroaktuatorik
- Advanced Microsystem Technologies
- Cleanroom Technologies

Dr. T. Tekin

- Nanotechnologie

Dr. H. Walter

- Werkstoffe der Mikrosystemtechnik

Technische Universität Berlin

Prof. Dr. M. Jaeger-Erben

- Soziologie des Ingenieur*innen-Berufs I und II

Dr. J. Köszegi

- Design, Simulation and Reliability of Microsystems (I)
- High-frequency Measurement Techniques for Microelectronic Packaging

P. Mackowiak

- Technologien und Werkstoffe der Mikrosystemtechnik

Prof. Dr. H.-D. Ngo

- Herstellungstechnologien von Halbleitersensoren

Dr. N. F. Nissen, Dr. A. Middendorf

- Umweltgerechtes Design elektronischer Systeme

Prof. Dr. M. Schneider-Ramelow

- Technologien der Systemintegration
- Werkstoffe der Systemintegration

Dr. O. Wittler, Dr. J. Jaeschke

- Zuverlässigkeit integrierter Elektroniksysteme

Technische Universität Delft

Prof. Dr. V. Giagka

- Neurostimulation

Technische Universität Dresden

Jun.-Prof. Dr. I. Panchenko

- Micro-/Nanomaterials and Reliability Aspects
- 3D System Integration and 3D Technologies

Kooperationen mit Universitäten (Auswahl)

Eine Auswahl weiterer universitärer Forschungspartner

Aalto University, Finnland
AGH University of Science and Technology, Polen
Binghampton University, USA
KU Leuven, Belgien
Michigan State University, USA
Technische Universität Delft, Niederlande
Technische Universität Eindhoven, Niederlande
Tohoku University, Japan
Universität Aalborg, Dänemark
Universität Tokio, Japan
Universität Zürich, Schweiz
Université du Québec à Trois-Rivières, Kanada
University College London, Großbritannien
University of Utah, USA
Albert-Ludwigs-Universität Freiburg
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Humboldt Universität zu Berlin
Johannes-Gutenberg-Universität Mainz
Kunsthochschule Berlin-Weißensee
Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn
Technische Hochschule Ingolstadt
Technische Universität Chemnitz
Universität Bielefeld
Universität der Bundeswehr München
Universität der Künste Berlin
Universität Heidelberg
Universität Rostock

Zur Umsetzung seiner Forschungsziele hat das Fraunhofer IZM strategische Netzwerke mit Universitäten im In- und Ausland geknüpft. Die enge Zusammenarbeit mit Hochschulen ist eine wichtige Säule des Fraunhofer-Erfolgsmodells. Während die Universitäten ihre Innovationsfähigkeit und Kompetenz in der Grundlagenforschung einbringen, steuert Fraunhofer neben der anwendungsorientierten Forschungsarbeit eine ausgezeichnete technische Ausstattung, hohe Personalkonstanz und viel Erfahrung in der Bearbeitung internationaler Projekte bei.

Kooperation mit der Technischen Universität Berlin

Seit seiner Gründung im Jahr 1993 profitiert das Fraunhofer IZM von der erfolgreichen Zusammenarbeit mit dem Forschungsschwerpunkt Technologien der Mikroperipherik der Technischen Universität Berlin. Hier entstand in den 1990er Jahren eine der weltweit ersten wissenschaftlichen Einrichtungen auf dem Gebiet der Aufbau- und Verbindungstechnik. Seit 2021 leitet Professor Martin Schneider-Ramelow in der Nachfolge von Professor Klaus-Dieter Lang nicht nur das Fraunhofer IZM, sondern zusätzlich dazu auch den Forschungsschwerpunkt Technologien der Mikroperipherik.

Fraunhofer IZM-ASSID kooperiert mit TU Dresden

Im Rahmen der gemeinsamen Juniorprofessur »Nanomaterials for Electronics Packaging« des Fraunhofer IZM-ASSID und der TU Dresden arbeitet Junior-Professorin Iuliana Panchenko mit ihrem Team an neuen Materialien und Technologien für Fine Pitch Interconnects in 3D/2,5D Si-Aufbauten.

Zusammenarbeit mit der BTU Cottbus-Senftenberg

Das Fraunhofer IZM arbeitet über seine Außenstelle für Hochfrequenz-Sensorsysteme in Cottbus intensiv mit der dortigen BTU zusammen. Die Forschungsaktivitäten im Rahmen des Innovationscampus (iCampus) Cottbus konzentrieren sich auf Entwurf, Testverfahren und Charakterisierung von integrierten Antennen, auf das Co-Design von Chip-Package-Antennen sowie Systemintegrationslösungen für die Realisierung von miniaturisierten Hochfrequenz-Sensorsystemen.

Kooperationen mit der Industrie (Auswahl)

AEMtec GmbH	Berlin	Multi Channel Systems MCS GmbH	Reutlingen
Ajinomoto Group	Tokio (JP)	Nagase ChemteX Corporation	Osaka (JP)
Amkor Technology, Inc.	Tempe, Arizona (USA)	Nexperia	Nijmegen (NL)
AMO GmbH	St. Peter am Hart (AT)	OSYPKA AG	Rheinfelden
ams AG	Premstätten (AT)	PANalytical B.V.	Almelo (NL)
Amsterdam Scientific Instruments B.V.	Amsterdam (NL)	Philips N.V.	Eindhoven (NL)
ASM Pacific Technology Ltd.	Singapur (SG)	Picosun Oy	Masala (FI)
AT&S AG	Leoben (AT)	POSIC S.A.	Colombier (CH)
Atotech Deutschland GmbH	Berlin	Reden B.V.	Hengelo (NL)
BASF SE	Ludwigshafen am Rhein	Rena Technologies GmbH	Gütenbach
Berliner Nanotest und Design GmbH	Berlin	Robert Bosch GmbH	Gerlingen
Boston Scientific Corporation	Marlborough, Massachusetts (USA)	Salvia BioElectronics B.V.	Eindhoven (NL)
Brewer Science, Inc.	Rolla, Missouri (USA)	Schaeffler AG	Herzogenaurach
CERN	Meyrin (CH)	Schmoll Maschinen GmbH	Rödermark
Comelec s.r.l.	Ferriera di Buttigliera Alta (IT)	SwissGrid AG	Aarau (CH)
Corning Inc.	Corning, New York (USA)	Semsysco GmbH	Salzburg (AT)
Daimler AG	Stuttgart	Shōwa Denkō K.K.	Tokio (JP)
DISCO Corporation	JP	SKW Associates, Inc.	Santa Clara, Kalifornien (USA)
DuPont de Nemours, Inc.	Wilmington, Delaware (USA)	SLAC National Accelerator Laboratory	Menlo Park, Kalifornien (USA)
Dyconex AG	Bassersdorf (CH)	STMicroelectronics N.V.	Amsterdam (NL)
Evatec AG	Trübbach (CH)	Süss MicroTec SE	Garching, München
Finisar Corporation	DE, USA	Swissbit AG	Broschhofen (CH)
FIRST SENSOR	Berlin	TEN Thüringer Energienetze GmbH & Co. KG	Erfurt
Fujifilm Electronic Materials	EU, USA		
GEFRAN S.p.A.	Provaglio d'Iseo (IT)		
GlobalFoundries	Dresden		
IMASENIC Advanced Imaging S.L.	Barcelona (ES)		
Intel Corporation	USA		
Invensas/Xperi	Santa Clara, Kalifornien (USA)		
MED-EL GmbH	Innsbruck (AT)		
Meta Platforms, Inc.	Menlo Park, Kalifornien (USA)		
Meltex Inc.	Tokio (JP)		
MENNEKES Elektrotechnik GmbH & Co. KG	Kirchhunden		
Merck KGaA	Darmstadt		

Mitgliedschaften (Auswahl)

AMA Fachverband Sensorik, Wissenschaftsrat	H. Pötter	Member
Cluster Optik BB, Photonik für Kommunikation und Sensorik	Dr. H. Schröder	Spokesman
Deutscher Verband für Schweißtechnik DVS	Prof. Dr. M. Schneider-Ramelow	Representative of Fraunhofer IZM
Deutscher Verband für Schweißtechnik DVS Arbeitsgruppe »Bonden«	Prof. Dr. M. Schneider-Ramelow	Chairman
ECPE Competence Centre	Prof. M. Schneider-Ramelow	Member
European Network High Performance Integrated Microwave Photonics	Dr. T. Tekin	German Representative
European Photonic Industrial Consortium (EPIC)	Dr. H. Schröder	Representative of Fraunhofer IZM
European Technology Platform on Smart Systems Integration (EPoSS)	H. Pötter	Member Executive Committee
FED Fachverband Elektronik-Design e.V.	Dr. N. F. Nissen	Member
Heterogeneous Integration Roadmap (HIR)	R. Aschenbrenner	Chair Technical Working Group SiP
IEEE Electronics Packaging Society	R. Aschenbrenner	Fellow
IEEE EPS TC Material & Processes	Dr. T. Braun	Member
IEEE EPS to Board of Governors	Dr. T. Braun	Region 8 Director
IMAPS International Microelectronics Assembly and Packaging Society	Prof. Dr. K.-D. Lang	Fellow
IMAPS Deutschland	Prof. Dr. M. Schneider-Ramelow	Fellow
IMAPS Signal/Power Integrity Committee	Prof. Dr. M. Schneider-Ramelow	President
IMAPS Executive Council	Dr. Dr. I. Ndip	Chair
	Dr. Dr. I. Ndip	Director
IVAM Fachgruppe Wearables	E. Jung	Technical Chair
Organic Electronics Saxony (OES)	K. Zoschke, E. Jung	Representatives of Fraunhofer IZM
Photonics 21	Dr. R. Jordan	Board of Stakeholders
Photonics West Optical Interconnects Conference	Dr. H. Schröder	Chair
Semiconductor Manufacturing Technology Sematech	M. J. Wolf	Member
SEMI ESiPAT Group	Dr. T. Braun	Representative of Fraunhofer IZM
SEMI Europe Award Committee	Prof. Dr. K.-D. Lang	Member
Silicon Saxony e. V.	M. J. Wolf	Member
Strategischer Arbeitskreis Silicon Germany	Prof. Dr. K.-D. Lang	Member
Wissenschaftlich-technischer Rat der Fraunhofer-Gesellschaft	Dr. M. Hampicke	Representative of Fraunhofer IZM

Publikationen (Auswahl)

Bakhshae Babaroud, N.; Dekker, R.; Holk, O.; Tiringer, U.; Taheri, P.; Horvath, D.; Nanasi, T.; Ulbert, I.; Serdijn, W. A.; Giagka, V.

Investigation of the Long-term Adhesion and Barrier Properties of a PDMS-Parylene Stack with PECVD Ceramic Interlayers for the Conformal Encapsulation of Neural Implants

Proceedings of EMPC 2021, Göteborg, Schweden, DOI: 10.23919/EMPC53418.2021.9584961.

Becker, K.-F.; Voges, S.; Fruehauf, P.; Heimann, M.; Nerreter, S.; Blank, R.; Erdmann, M.; Gottwald, S.; Hofmeister, A.; Hesse, M.; Thies, M.; Mehrafsun, S.; Fust, R.; Beck, E.; Pawlikowski, J.; Schröder, B.; Voigt, C.; Braun, T.; Schneider-Ramelow, M.

Implementation of Trusted Manufacturing & AI-based Process Optimization into Microelectronic Manufacturing Research Environments

Proceedings of the IMAPS International Symposium on Microelectronics 2021, San Diego, CA, USA.

Bernabé, S.; Wilmart, Q.; Hasharoni, K.; Hassan, K.; Thonnart, Y.; Tissier, P.; Désières, Y.; Olivier, S.; Tekin, T.; Szlag, B.

Silicon Photonics for Terabit/s Communication in Data Centers and Exascale Computers

Solid-State Electronics, Vol. 179, 2021, DOI: 10.1016/j.sse.2020.107928.

Berwald, A.; Dimitrova, G.; Feenstra, T.; Onnekink, J.; Peters, H.; Vyncke, G.; Ragaert, K.

Design for Circularity Guidelines for the EEE Sector

Sustainability (Switzerland), Vol. 13 (7), 2021, DOI: 10.3390/su13073923.

Bracquené, E.; Martinez, M. G.; Wagner, E.; Wagner, F.; Boudewijn, A.; Peeters, J.; Dufloy, J.

Quantifying the Environmental Impact of Clustering Strategies in Waste Management: A Case Study for Plastic Recycling from Large Household Appliances

Waste Management, Vol. 126, 2021, S. 497-507.

Braun, T.; Huyen Le, T.; Rossi, M.; Ndip, I.; Hölck, O.; Becker, K.-F.; Böttcher, M.; Schiffer, M.; Aschenbrenner, R.; Müller, F.; Voitel, M.; Schneider-Ramelow, M.; Wieland, M.; Goetze, C.; Trehwella, J.; Berger, D.

Development of a Scalable AiP Module for mmWave 5G MIMO Applications Based on a Double Molded FOWLP Approach

Proceedings of ECTC 2021, online, DOI: 10.1109/ECTC32696.2021.00317, S. 2009-2015.

Dijk, M. V.; Huber, S.; Stegmaier, A.; Walter, H.; Wittler, O.; Schneider-Ramelow, M.

Study on FO-WLP Warpage Behavior – Influence of Process Temperature and Geometry

Proceedings of EuroSimE 2021, online, DOI: 10.1109/EuroSimE52062.2021.9410875.

Dilek, S.; Ndip, I.; Rossi, M.; Tschoban, C.; Kuttler, S.; Wittler, O.; Lang, K.-D.; Goetze, C.; Berger, D.; Wieland, M.; Schneider-Ramelow, M.

Influence of Ball Size and Geometry on the Reliability and RF Performance of mmWave System-in-package: A Simulation Approach

Proceedings of EuroSimE 2021, online, DOI: 10.1109/EuroSimE52062.2021.9410849.

Elia, G. A.; Acevedo, C. I.; Kazemi, R.; Fantini, S.; Lin, R.; Hahn, R.

A Gel Polymer Electrolyte for Aluminum Batteries

Energy Technology, Vol. 9 (8), 2021, DOI: 10.1002/ente.202100208.

Erbacher, K.; Mackowiak, P.; Schiffer, M.; Schneider-Ramelow, M.; Lang, K.-D.; Ngo, H.-D.

Investigation of Deep Dry Etching of 4H SIC Material for MEMS Applications Using DOE Modelling

Proceeding of MEMS 2021, online, DOI: 10.1109/MEMS51782.2021.9375268, S. 634-637.

Fritzsich, T.; Hügging, F.; Mackowiak, P.; Zoschke, K.; Rothermund, M.; Owtscharenko, N.; Pohl, D.-L.; Oppermann, H.; Wermes, N.

3D TSV Hybrid Pixel Detector Modules with ATLAS FE-I4 Readout Electronic Chip

Proceedings of the International Workshop on Radiation Imaging Detectors 2021, online, DOI: 10.1088/1748-0221/17/01/C01029.

Gang, A.; Yubira, Y.; Chervenkov, S.; Viehweger, K., Wolf, M. J.

Laser Grooving – The »Swiss Army Knife« to Make the Best of a Wafer

Proceedings of the MikroSystemTechnik Kongress 2021, Ludwigsburg, S. 479-482.

Hoffmann, S.; Bock, M.; Hoene, E.

A New Filter Concept for High Pulse-frequency 3-Phase AFE Motor Drives

Energies 2021, Vol. 14 (10), DOI: 10.3390/en14102814.

Kallmayer, C.; Parekh, D. P.; Jiang, T.; Atluri, V.; Erickson, K.; Chan, B.

New Materials and Processes for Flexible Electronics

IEEE Electronics Packaging Society eNews, Mai 2021.

Kawasaki, S.; Dijkema, E.; Saccher, M.; Giagka, V.; Schleipen, J. J. H. B.; Dekker R.

Schlieren Visualization of Focused Ultrasound Beam Steering for Spatially Specific Stimulation of Vagus Nerve

Proceedings of NER 2021, online, DOI: 10.1109/NER49283.2021.9441225, S. 1113-1116.

Khurana, G.; Hanisch, A.; Rudolph, C.; Meyer, J.; Wieland, M.; Panchenko, I.

Investigation of Wafer Dicing and Cleaning Processes for Die-to-die Oxide Direct Bonding Technology

Proceedings of ISSE 2021, Dresden, DOI: 10.1109/ISSE51996.2021.9467574, S. 1-7.

Kieninger, A.; Hoene E.

Self-oscillating Very High Frequency Inverter for Gate Driver Power Supply

Proceedings of PCIM Europe Digital Days 2021, online.

Kolbinger, E.; Groth, A.; Wagner, S.; Schneider-Ramelow, M.

Characterization of the Corrosion Behavior of Al-X Bond Wires

Proceedings of EMPC 2021, Göteborg, Schweden, DOI: 10.23919/EMPC53418.2021.9584959.

Kolovou-Kouri, K.; Soloukey, S.; Harhangi, B. S.; Serdijn, W. A.; Giagka, V.

Dorsal Root Ganglion (DRG) Multichannel Stimulator Prototype Developed for Use in Early Clinical Trials

Proceedings of NER 2021, online, DOI: 10.1109/NER49283.2021.9441101, S. 1125-1129.

Köszegi, J.-M.; Rossi, M.; Wittler, O.; Walter, H.; Schwanitz, O.; Ndip, I.; Lang, K.-D.; Schneider-Ramelow, M.

The Impact of Ageing on the Dielectric Properties of Laminates for 79 GHz Automotive Radar

Proceedings of ECTC 2021, online, S. 1858-1863.

Köszegi, J.-M.; Schnelle, L.; Jia, X.; Schwanitz, O.; Ndip, I.; Schneider-Ramelow, M.; Lang, K.-D.

Split-rings for Heterogeneous Integration of mm-Wave Systems

Proceedings of EMPC 2021, Göteborg, Schweden.

Kroehnert, K.; Woehrmann, M.; Schiffer, M.; Friedrich, G.; Starukhin, D.; Ruef, C.; Schneider-Ramelow, M.; Mayer, W.; Chaloun, T.; Waldschmidt, C.; Galler, T.; Schulz-Ruhtenberg, M.; Ambrosius, N.; Hansen, U.

GlaRA – Glasinterposer-Technologie zur Realisierung hochkompakter Elektroniksysteme für Hochfrequenzanwendungen (160 GHz)

Proceedings of the MikroSystemTechnik Kongress 2021, Ludwigsburg.

Kroehnert, K.; Woehrmann, M.; Schiffer, M.; Friedrich, G.; Starukhin, D.; Schneider-Ramelow, M.; Mayer, W.; Chaloun, T.; Galler, T.; Waldschmidt, C.; Schulz-Ruhtenberg, M.; Ambrosius, N.; Hansen, U.

Versatile Hermetically Sealed Sensor Platform for High Frequency Applications

Proceedings of EMPC 2021, Göteborg, Schweden, DOI: 10.23919/EMPC53418.2021.9584974.

Lamont, C.; Grego, T.; Nanbakhsh, K.; Shah Idil, A.; Giagka, V.; Vanhoestenbergh, A.; Cogan, S.; Donaldson, N.

Silicone Encapsulation of Thin-film SiO_x, SiO_xNy and SiC for Modern Electronic Medical Implants: A Comparative Long-term Ageing Study

Journal of Neural Engineering, Vol. 18 (5), 2021, DOI: 10.1088/1741-2552/abf0d6.

Le, T. H.; Rossi, M.; Ndip, I.; Kaiser, M.; Manier, C.-A.; Gernhardt, R.; Oppermann, H.; Lang, K.-D.; Reichl, H.

RF Modeling and Measurement of a Novel Aperture-coupled Hybrid Glass-silicon 5G Antenna Array

Proceedings of EuCAP 2021, online, DOI: 10.23919/EuCAP51087.2021.9411051.

Mackowiak, P.; Erbacher, K.; Baeuscher, M.; Schiffer, M.; Schneider-Ramelow, M.; Lang, K.-D.; Ngo, H.-D.

Piezoresistive 4H-Silicon Carbide (SiC) Pressure Sensor
Proceedings of the IEEE Sensors 2021, online, DOI: 10.1109/SENSORS47087.2021.9639506.

Mackowiak, P.; Erbacher, K.; Schiffer, M.; Manier, C.-A.; Ngo, H.-D.; Schneider-Ramelow, M.; Lang, K.-D.

Investigation and Modelling of Etching Through Silicon Carbide Vias (TSiCV) for SiC Interposer and Deep SiC Etching for Harsh Environment MEMS by DoE
IEEE Transactions on Components, Packaging and Manufacturing Technology, 2021, DOI: 10.1109/TCPMT.2021.3123384.

Manassis, D.; Kosmider, S.; Boettcher, L.; Seckel, M.; Murugesan, K.; Maaß, U.; Ndip, I.; Ostmann, A.; Aschenbrenner, R.; Schneider-Ramelow, M.; Lang, K.-D.

Development of Innovative Substrate and Embedding Technologies for High Frequency Applications
Proceedings of EMPC 2021, Göteborg, Schweden

Marscheider-Weidemann, F.; Langkau, S.; Baur, S.-J.; Billaud, M.; Deubzer, O.; Eberling, E.; Erdmann, L.; Haendel, M.; Krail, M.; Loibl, A.; Maisel, F.; Marwede, M.; Neef, C.; Neuwirth, M.; Rostek, L.; Rückschloss, J.; Shirinzadeh, S.; Stijepic, D.; Tercero Espinoza, L.; Tippner, M.

Rohstoffe für Zukunftstechnologien 2021
DERA Rohstoffinformationen 50, 2021.

Murugesan, K. S.; Chernobryvko, M.; Zinal, S.; Rossi, M.; Ndip, I.; Boettcher, M.; Lang, K.-D.; Wieland, M.; Goetze, C.; Halim, S. B.; Trehwella, J.

High Quality Integrated Inductor in Fan-out Wafer-level Packaging Technology for mm-Wave Applications
Proceedings of EuMC 2021, Utrecht, The Netherlands, DOI: 10.23919/EuMC48046.2021.9337984, S. 89-92.

Ndip, I.; Wöhrmann, M.

Fundamentals of RF Design and Fabrication Processes of Fan-out Wafer/Panel Level Packages and Interposers
Proceedings of Professional Development Courses, iTherm 2021, online.

Papatryfonos, K.; Selviah, D. R.; Maman, A.; Hasharoni, K.; Brimont, A.; Zanzi, A.; Kraft, J.; Sidorov, V.; Seifried, M.; Baumgartner, Y.; Horst, F.; Offrein, B. J.; Lawniczuk, K.; Broeke, R. G.; Terzenidis, N.; Mourgias-Alexandris, G.; Tang, M.; Seeds, A. J.; Liu, H.; Sanchis, P.; Moralis-Pegios, M.; Manolis, T.; Pleros, N.; Vyrsokinos, K.; Sirbu, B.; Eichhammer, Y.; Oppermann, H.; Tekin, T.

Co-Package Technology Platform for Low-power and Low-cost Data Centers
Applied Sciences, Vol. 11 (13), 2021, DOI: 10.3390/app11136098, Art. 6098.

Pitilakis, A.; Seckel, M.; Tasolamprou, A. C.; Liu, F.; Deltsidis, A.; Manassis, D.; Ostmann, A.; Kantartzis, N. V.; Liaskos, C.; Soukoulis, C. M.; Tretyakov, S. A.; Kafesaki, M.; Tsilipakos, O.

Multi-functional Metasurface Architecture for Amplitude, Polarization and Wavefront Control
Journal of Physical Review Applied.

Pitilakis, A.; Tsilipakos, O.; Liu, F.; Kossifos, K.; Tasolamprou, A.; Kwon, D.-H.; Mirmoosa, M. S.; Manassis, D.; Kantartzis, N. V.; Liaskos, C.; Antoniadis, M.; Georgiou, J.; Soukoulis, C.; Kafesaki, M.; Tretyakov, S. A.

A Multi-functional Reconfigurable Metasurface: Electromagnetic Design Accounting for Fabrication Aspects
IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Vol. 69 (3), 2021, DOI: 10.1109/TAP.2020.3016479, S. 1440-1454.

Pitilakis, A.; Tsilipakos, O.; Seckel, M.; Christodoulou, M.; Tasolamprou, A. C.; Liu, F.; Manassis, D.; Kantartzis, N. V.; Liaskos, C.; Soukoulis, C. M.; Tretyakov, S. A.; Kafesaki, M.

Design, Fabrication, and Characterization of a Proof-of-concept Multi-functional Microwave Metasurface Using Static Loads

Proceedings of the 15th International Congress on Artificial Materials for Novel Wave Phenomena – Metamaterials 2021, New York, USA, S. 337-339.

Rodrigues, G.; Neca, M.; Silva, J.; Brito, D.; Rabuske, T.; Fernandes, J.; Mohrlök, R.; Jeschke, C.; Meents, J.; Nanbakhsh, K.; Giagka, V.

Towards a Wireless System that can Monitor the Encapsulation of mm-sized Active Implants in Vivo for Bioelectronic Medicine

Proceedings of NER 2021, online, DOI: 10.1109/NER49283.2021.9441398, S. 981-984.

Rotzler, S.; Schneider-Ramelow, M.

Washability of E-Textiles: Failure Modes and Influences on Washing Reliability
Textiles 2021, Vol. 1 (1), DOI: 10.3390/textiles1010004, S. 37-54.

Rudolph, C.; Gottfried K.

CMP as Enabler for Wafer Bonding – Basic Considerations

Proceedings of the International Symposium on Chemical-Mechanical Planarization 2021, online.

Rudolph, C.; Hanisch, A.; Voigtländer, M.; Gansauer, P.; Wachsmuth, H.; Kuttler, S.; Wittler, O.; Werner, T.; Panchenko, I.; Wolf, M. J.

Enabling D2W / D2D Hybrid Bonding on Manufacturing Equipment Based on Simulated Process Parameters
Proceedings of ECTC 2021, online, S. 40-44.

Saccher, M.; Kawasaki, S.; Proietti Onori, M.; van Woerden, G.; Giagka, V.; Dekker, R.

Focused Ultrasound Neuromodulation on a Multiwell MEA

Bioelectronic Medicine, Vol. 8, Art. 2, 2022.

Schröder, H.; Schwietering, J.; Böttger, G.; Zamora, V.

Hybrid Photonic System Integration Using Thin Glass Platform Technology

J. Optical Microsystems, Vol. 1 (3), 2021.

Shehzad, A.; Bickel, S.; Panchenko, I.; Wolf, M. J.; Steller, W.; Wolfram, B.; Myndyk, M.

Investigation of Low Temperature Bonding Process Based on Cu/Ni/In Solid Liquid Interdiffusion

Proceedings of Device Packaging 2021, online.

Töpfer, M.; Braun, T.; Billaud, M.; Stobbe, L.

Panel-level Packaging for Heterogenous Integration

Embedded and Fan-out Wafer and Panel Level Packaging Technologies for Advanced Application Spaces: High Performance Compute and System-in-package (Hrsg. B. Keser and S. Kröhnert), Wiley-Blackwell, 2021, S. 155-167, DOI: 10.1002/9781119793908.

Tschoban, C.

Methoden zur Vorhersage der Impedanz und Abstrahlung von flächigen Spannungsversorgungslagen für High-Speed-Anwendungen

Dissertation, Technische Universität Berlin, 2021, DOI: 10.14279/depositonce-12564.

Velea, A. I.; Wilson, J.; Pak, A.; Seckel, M.; Schmidt, S.; Kosmider, S.; Bakhshaei, N.; Serdijn W. A.; Giagka, V.

UV and IR Laser-patterning for High-density Thin-film Neural Interfaces

Proceedings of EMPC 2021, Göteborg, Schweden, DOI: 10.23919/EMPC53418.2021.9584962.

Wambara, L.; Panchenko, I.; Mueller, M.; Rudolph, C.; Hanisch, A.; Wolf, M. J.

Interface Characterisation of Hybrid Bond Interconnects by Grain Structure Analysis after Reliability Testing

Proceedings of the International Symposium on Chemical-Mechanical Planarization 2021, online.

Weber, C., Hutter, M., Springborn, M., Wagner, S.; Schneider-Ramelow, M.

Investigation of Large Area Solder Joints in Temperature Shock Tests

Proceedings of PCIM Europe Digital Days 2021, online.

Wittler, O.; van Dijk, M.; Huber, S.; Walter H.; Schneider-Ramelow, M.

Process Dependent Material Characterization for Warpage Control of Fan-out Wafer Level Packaging

Proceedings of ECTC 2021, online, S. 2165-2170.

Wöhrmann, M.; Ndip, I.

Packaging Technologies and Antenna-in-package Solutions for 5G Applications

Proceedings of the Virtual IMAPS Device Packaging Conference 2021, Professional Development Course, online.



Patente & Erfindungen

Becker, Karl-Friedrich; Braun, Tanja; Kahle, Ruben; Töpfer, Michael

Verfahren zum Herstellen eines elektronischen Bauelements und elektronisches Bauelement

EP 3154077

Braun, Tanja; Ndip, Ivan

Wafer Level Package mit integrierten Antennen und Mittel zum Schirmen

EP 3346493

Braun, Tanja; Ndip, Ivan

Wafer Level Package mit integrierter oder eingebetteter Antenne

EP 3346544

Dziallas, Giannino; Ngo, Ha-Duong; Tekin, Tolga; Zimmermann, Lars

Optischer Graphen-Membran Sensor

EP 3667279

Fiedler, Markus; Grabbert, Niels; Lang, Klaus-Dieter; Meyer, Vera

Biosensor, Verfahren zu seiner Herstellung und Verfahren zum Nachweisen eines Analyten mit Hilfe des Biosensors

EP 3455629

Gernhardt, Robert; Manier, Charles-Alix; Oppermann, Hermann; Tekin, Tolga; Wilke, Martin; Zoschke, Kai

Verfahren zur Herstellung eines Halbleiterbauelements und Halbleiterbauelement

EP 3424072

Hefer, Jan; Rojahn, Johannes

Sensorsystem zum Überwachen eines Objekts

DE 11 2013 004 460.9

Hoene, Eckart

Kapazitive Energieversorgung für Treiber von Leistungshalbleitern

EP 3621178

Klein, Matthias; Oppermann, Hermann; Töpfer, Michael; Wolf, Jürgen

Bauteilanordnung und Verfahren zu dessen Herstellung

DE 11 2010 000 715.2

Löher, Thomas; Ndip, Ivan; Lang, Klaus-Dieter

Hermetic Sealed Package with Integrated Antennas and Air Cavity

US 20190319349 A1

Ndip, Ivan

Antennenvorrichtung mit Bonddrähten

EP 3503290

Ndip, Ivan; Kallmayer, Christine; Lang, Klaus-Dieter

Dreidimensionale Schleifen-Antennenvorrichtung

US 20200144721 A1

Ndip, Ivan; Kallmayer, Christine; Lang, Klaus-Dieter

Dreidimensionale Antennenvorrichtung mit mindestens einem zusätzlichen Radiator

US 20200144710 A1

Ndip, Ivan; Ostmann, Andreas

Elektronisches Modul mit integrierter Antenne und Verfahren zur Herstellung

EP 3346549

Ndip, Ivan; Ostmann, Andreas

Modulanordnung mit integrierter Antenne und eingebetteten Komponenten sowie Verfahren zur Herstellung einer Modulanordnung

EP 3346547

Ndip, Ivan; Ostmann, Andreas; Pötter, Harald

Elektronisches Modul mit erhöhter Sicherheit vor Manipulation

EP 3346416

Oppermann, Hermann

Verfahren zum Verbinden einer Edelmetalloberfläche mit einem Polymer

DE 10 2007 055 018.0

Kuratorium

Vorsitzender

Dr. Franz Richter

Mitglieder

Ministerialrätin Dr. Annerose Beck

Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst,
Dresden

Paradiso Coskina

VDI/VDE Innovation + Technik GmbH, Berlin

Robert Giertz (seit 2022)

AEMtec GmbH, Berlin

Gabi Grützner

Micro resist technology GmbH, Berlin

Dr. Michael Hosemann (seit 2022)

Siemens Healthcare GmbH, Erlangen

Prof. Dr. Gerhard Kahmen (seit 2022)

IHP GmbH, Leibniz-Institut für innovative
Mikroelektronik, Frankfurt (Oder)

Ministerialrat Bernd Lietzau

Der Regierende Bürgermeister von Berlin, Senatskanzlei
Wissenschaft und Forschung

Prof. Dr. Regine Mallwitz (seit 2022)

TU Braunschweig, Braunschweig

Jörg Muchametow (seit 2022)

eagleyard Photonics GmbH, Berlin

Prof. Dr. Geraldine Rauch (seit April 2022)

Technische Universität Berlin



Johannes Stahr

AT&S AG, Leoben (A)

Prof. Dr. Christian Thomsen (bis März 2022)

Technische Universität Berlin

Prof. Dr. Bernd Tillack (bis Ende 2021)

IHP GmbH, Leibniz-Institut für innovative
Mikroelektronik, Frankfurt (Oder)

Dr. Markus Ulm

Bosch Sensortec GmbH, Reutlingen

Prof. Dr. Stephan Völker (seit April 2022)

Technische Universität Berlin

Christian Wiebus

NXP Semiconductors Germany GmbH, Hamburg

Marcel Wieland (seit 2022)

GlobalFoundries, Dresden

Ministerialrat Christoph Zimmer-Conrad

Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und
Verkehr, Referat Industrie, Dresden

Dr. Tina Züchner

Bundesministerium für Bildung und Forschung,
Referat Elektronik und autonomes Fahren, Bonn

Kontakt

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ZUVERLÄSSIGKEIT UND MIKROINTEGRATION IZM

Gustav-Meyer-Allee 25 | 13355 Berlin
Telefon +49 30 46403-100
info@izm.fraunhofer.de



Institutsleiter (komm.)

Prof. Dr.-Ing. Martin Schneider-Ramelow
Telefon +49 30 46403-172
martin.schneider-ramelow@izm.fraunhofer.de



Stellvertretender Institutsleiter

Dipl.-Phys. Rolf Aschenbrenner
Telefon +49 30 46403-164
rolf.aschenbrenner@izm.fraunhofer.de



Referent der Institutsleitung

Dr.-Ing. Maik Hampicke
Telefon +49 30 46403-683
maik.hampicke@izm.fraunhofer.de



Leitung Administration

Dipl.-Wirt.-Ing. (FH) Jürgen Rahn
Telefon +49 30 46403-105
juergen.rahn@izm.fraunhofer.de



Leitung Administration

Dipl.-Ing. Carsten Wohlgemuth
Telefon +49 30 46403-114
carsten.wohlgemuth@izm.fraunhofer.de

FACHABTEILUNGEN



Wafer Level System Integration

Leitung: Dr.-Ing. Michael Schiffer
Telefon +49 30 46403-234
michael.schiffer@izm.fraunhofer.de



Leitung: Dipl.-Ing. M. Jürgen Wolf
Telefon +49 30 46403-606
Telefon +49 351 7955 72-12
juergen.wolf@izm.fraunhofer.de



System Integration and Interconnection Technologies

Leitung: Dipl.-Phys. Rolf Aschenbrenner
Telefon +49 30 46403-164
rolf.aschenbrenner@izm.fraunhofer.de



Leitung: Dr.-Ing. Andreas Ostmann
Telefon +49 30 46403-187
andreas.ostmann@izm.fraunhofer.de



Environmental and Reliability Engineering

Leitung: Dr.-Ing. Nils F. Nissen
Telefon +49 30 46403-132
nils.nissen@izm.fraunhofer.de



RF & Smart Sensor Systems

Leitung: Dr.-Ing. Dr.-Ing. habil. Ivan Ndip
Telefon +49 30 46403-679
ivan.ndip@izm.fraunhofer.de



Leitung: Dipl.-Ing. Harald Pötter
Telefon +49 30 46403-742
harald.poetter@izm.fraunhofer.de

STANDORT DRESDEN ASSID

All Silicon System Integration Dresden (ASSID)

Ringstraße 12, 01468 Moritzburg



Leitung: Dr.-Ing. Michael Schiffer
Telefon +49 30 46403-234
michael.schiffer@izm.fraunhofer.de



Leitung: Dipl.-Ing. M. Jürgen Wolf
Telefon +49 30 46403-606
Telefon +49 351 7955 72-12
juergen.wolf@izm.fraunhofer.de



Leitung: Dr. Manuela Junghähnel
Telefon+49 0351 795572-18
manuela.junghaehnel@assid.izm.fraunhofer.de

STANDORT COTTBUS

Außenstelle Hochfrequenz Systeme

Karl-Marx-Straße 69, 03044 Cottbus



RF & Smart Sensor Systems
Leitung: Dr.-Ing. Dr.-Ing. habil. Ivan Ndip
Telefon +49 30 46403-679
ivan.ndip@izm.fraunhofer.de

GESCHÄFTSFELDENTWICKLUNG / MARKETING & PR



Business Development Team

Dr.-Ing. Mathias Böttcher
Dipl.-Phys. Erik Jung
Dr.-Ing. Andreas Middendorf
bdt@izm.fraunhofer.de



PR & Marketing

Georg Weigelt
Telefon +49 30 46403 - 279
georg.weigelt@izm.fraunhofer.de



Start-A-Factory

Alexandra Rydz
Telefon +49 30 46403 - 203
alexandra.rydz@izm.fraunhofer.de

Impressum

Herausgeber

Prof. Dr.-Ing. Martin Schneider-Ramelow
Fraunhofer IZM
www.izm.fraunhofer.de

Redaktionelle Bearbeitung

mcc Agentur für Kommunikation GmbH
Georg Weigelt, Fraunhofer IZM

Layout / Satz

mcc Agentur für Kommunikation GmbH
www.mcc-events.de

© Fraunhofer IZM 2022

Fotografie

Fotografie: TITV Greiz (23), iStock (36)
Sämtliche anderen Bildrechte Fraunhofer IZM oder Fraunhofer IZM zusammen mit:
Volker Mai (Titel, 6, 8, 9, 11, 12, 14, 17, 18, 19, 20, 22, 23, 49);
MIKA Berlin (4, 38, 52, 53); Erik Müller (52)

Titel

Technologie zur drahtlosen Energieversorgung
flexibler Implantate mit integrierter Elektronik,
um an neuronales Gewebe anzukoppeln





Kontakt

Fraunhofer-Institut für
Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM

Gustav-Meyer-Allee 25, 13355 Berlin
www.izm.fraunhofer.de

© Fraunhofer IZM 2022