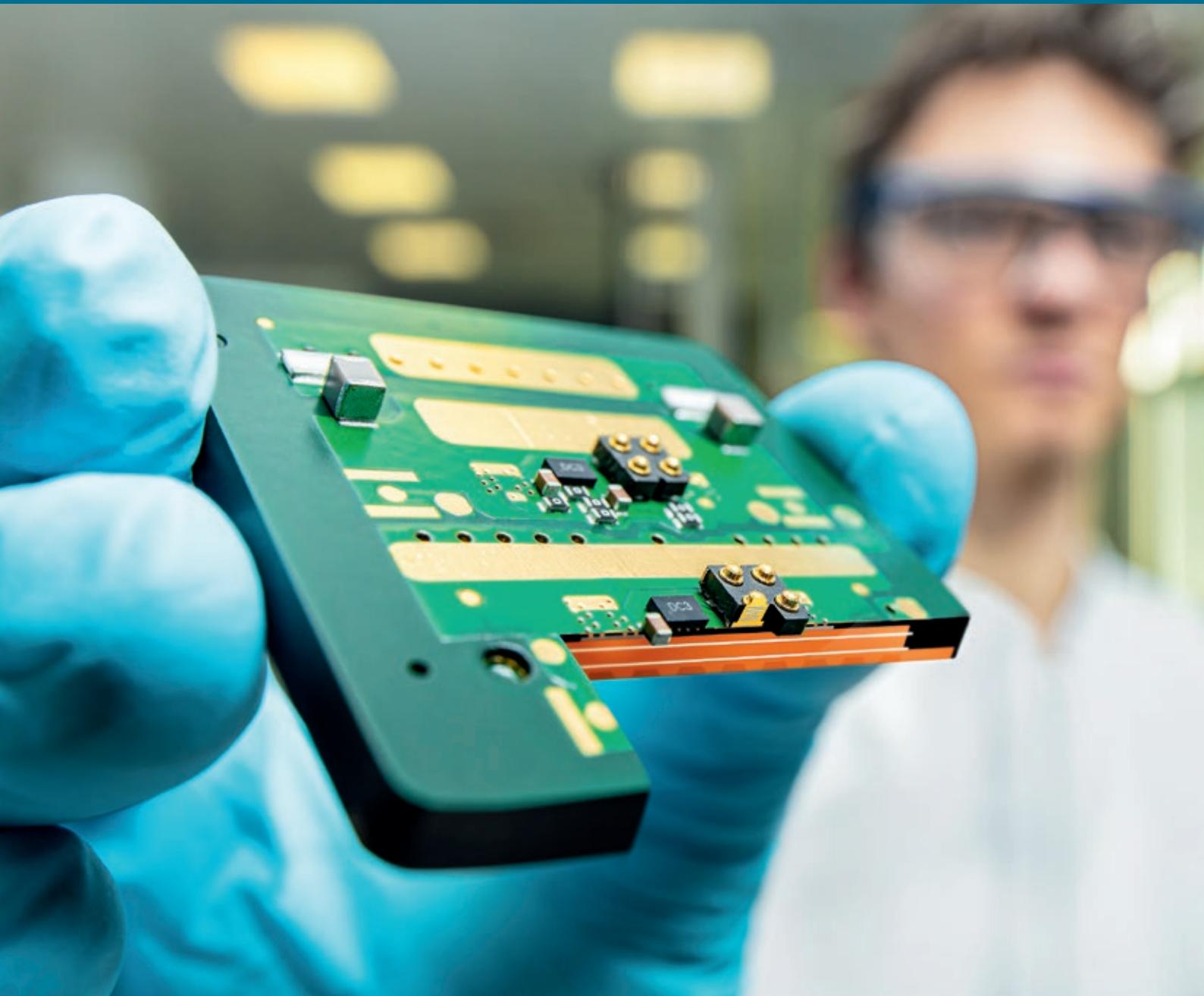




**Fraunhofer**  
IZM

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ZUVERLÄSSIGKEIT UND MIKROINTEGRATION IZM

# ELECTRONIC PACKAGING & SYSTEM INTEGRATION



# ELEKTRONIK AM LIMIT

## INDUSTRIELEKTRONIK



Mobiler Transponder zur Lokalisierung von Werkzeug in einer Industrienumgebung

## IKT



Mikrofluidischer Interposer-Testchip mit HF-Bewertung

## AUTOMOTIVE



Radar-Sensor-Modul für autonomes Fahren



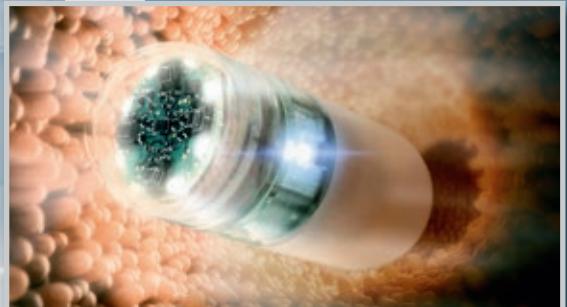
Um intelligente Elektroniksysteme überall verfügbar zu machen, müssen ihre Komponenten über ungewöhnliche Eigenschaften verfügen. Je nach Anwendung müssen sie hochtemperaturbeständig, besonders langlebig, extrem miniaturisiert, formangepasst oder sogar dehnbar sein. Das Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM unterstützt Firmen weltweit dabei, robuste und zuverlässige Elektro-

nik am Limit zu entwickeln, aufzubauen und in ihre spezielle Anwendung zu integrieren.

Das Institut entwickelt dafür angepasste Systemintegrationstechnologien auf Wafer-, Chip- und Boardebenen. Forschung am Fraunhofer IZM bedeutet, Elektronik zuverlässiger zu gestalten und sichere Aussagen zu ihrer Haltbarkeit zu machen.

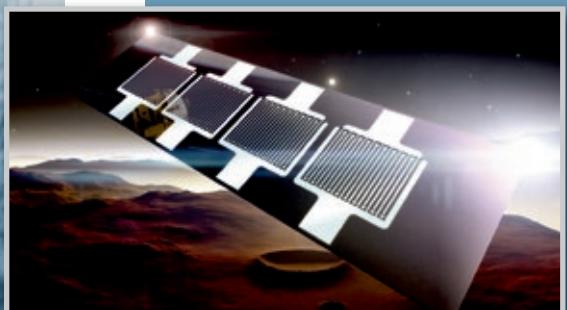


## MEDIZINTECHNIK



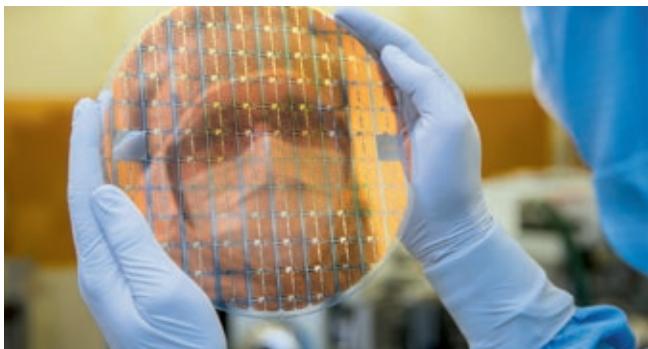
Endoskopie-Kapsel zur schnelleren Untersuchung des Dünndarms

## HALBLEITER



Feuchtesensor im ppm-Bereich für die Raumfahrt-Forschung

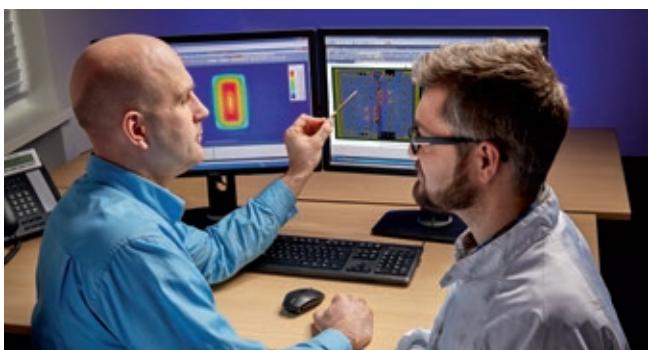
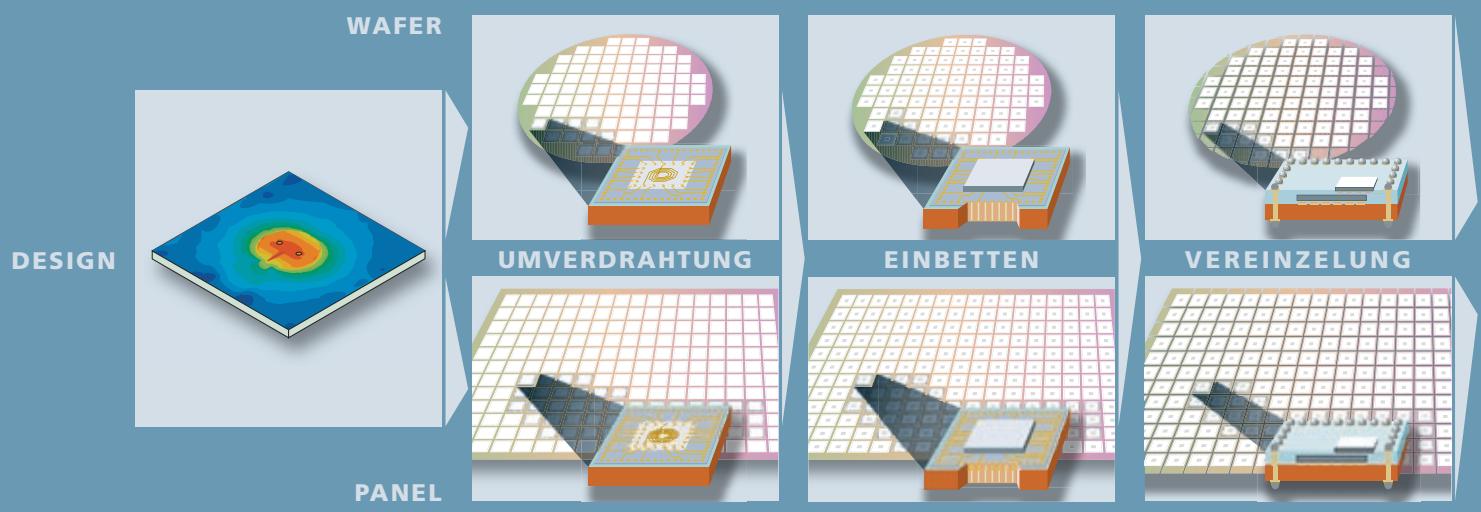
# ALLES ZWISCHEN WAFER UND SYSTEM



Wafer-Level-Fertigung von  
Glasinterposern auf Basis von Siliziumtechnologie

## Integration auf Waferebene

Durch das Wafer Level Packaging lassen sich bei heterogenen Aufbauten die höchsten Integrationsdichten erreichen. Alle Prozessschritte werden auf Waferebene, jedoch nach Abschluss der eigentlichen Front-End-Prozesse, durchgeführt. Entwickelt werden Packages, deren laterale Größe mit den Chipabmessungen nahezu identisch ist. Auch werden auf dem Wafer weitere aktive oder passive Komponenten in Zwischenschichten integriert. Noch höhere Integrationsdichten lassen sich bei der 3D-Integration durch die Verwendung von Silizium-Interposern und -Durchkontaktierungen (TSVs) erreichen.



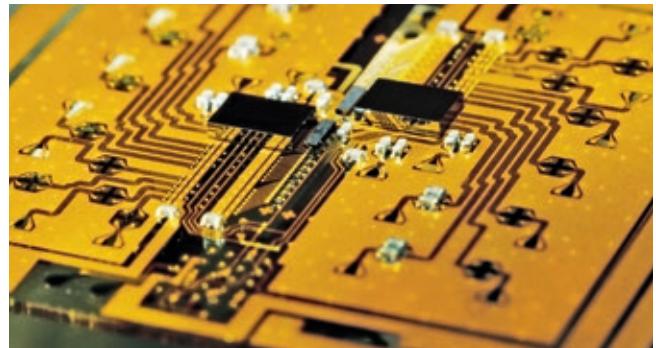
Hochfrequenzoptimiertes Design  
für Frequenzen bis 40 GHz

## Systemdesign

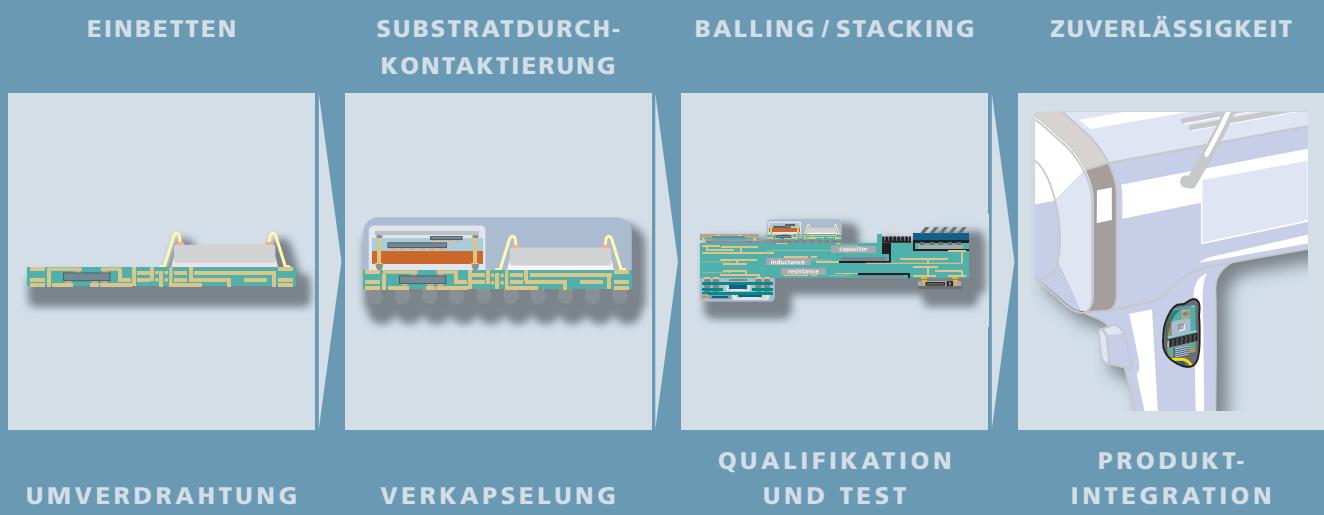
Aufgrund der Verwendung in rauen Umgebungen, der Anwendung neuer Sensorprinzipien und steigender Taktfrequenzen bzw. Datenraten müssen die Packaging-Technologien weiterentwickelt und bezüglich ihrer elektrischen, thermischen und thermo-mechanischen Eigenschaften genauer charakterisiert und optimiert werden. In der Kombination von exzellerter Technologieentwicklung, ausgefeiltem elektrischem Design und elektrischen, thermischen und thermo-mechanischen Modellierungs-, Simulations- und Analysetechniken, liegt die Stärke des Fraunhofer IZM.

## Integration auf Substratbene

Das Fraunhofer IZM verfügt über eine weltweit einzigartige Integrationslinie, die neuestes Bestückungsequipment und eine vollständige Leiterplattenfertigung auf Großformat vereint. Neben der Präzisionsbestückung, Embeddingtechnologie und höchstzuverlässigen Verkapselungsverfahren werden neueste Panel Level Packaging-Technologien entwickelt, die eine durchgängige Fertigungsmöglichkeit für System-in-Packages, Module und miniaturisierte Systeme auf großen Formaten bieten. Das Fraunhofer IZM bietet ferner die Fertigung von Prototypen, Musterserien sowie Prozesstransfer in die Industrie an.

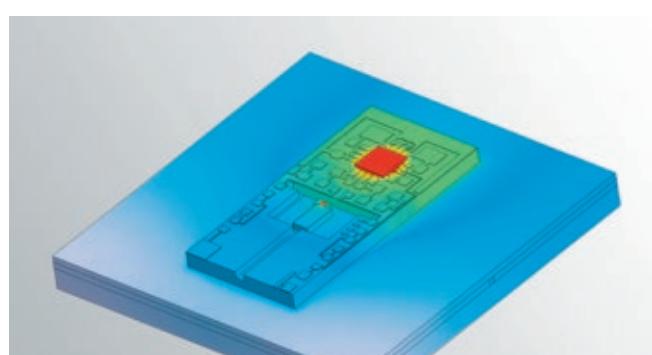


Glasinterposer-basierter 4-Kanal Mid-Board Optical Transceiver,  
Aufbau der elektro-optischen Komponenten mit Flip-Chip-Technik



## Materialien, Zuverlässigkeit und nachhaltiges Entwickeln

Zuverlässigkeit und Umweltverträglichkeit werden bei der Entwicklung elektronischer Baugruppen und Systeme immer wichtiger. Das Fraunhofer IZM kombiniert Forschung auf dem Gebiet der Zuverlässigkeit elektronischer Baugruppen sowie deren Umwelteigenschaften mit der Entwicklung neuer Technologien. Auf der Grundlage von Modellen zum Materialverhalten und zur mechanischen Zuverlässigkeit führen wir Bewertungen von Materialien und Systemen durch. Neben Simulationsverfahren kommen auch laseroptische, röntgenographische und werkstoffkundliche Untersuchungen zur Anwendung.



Thermische Simulation zur optimalen Platzierung der Komponenten und der Kühler

# KERNKOMPETENZEN

## WAFER LEVEL SYSTEM INTEGRATION

Die Abteilung »Wafer Level System Integration« befasst sich mit der Entwicklung von Advanced-Packaging- und Systemintegrationstechnologien und kundenspezifischen Lösungen für mikroelektronische Produkte im Gesamtumfeld der Smart Systems. Technologieschwerpunkte sind 3D Integration, Wafer-Level Packaging und Fine-Pitch Bumping, hermetisches MEMS und Sensor Packaging, High-Density Assembly, Sensorsentwicklung und -integration und Hybrid Photonic Integration.

Das Serviceangebot für Industriekunden umfasst hierbei die Bereiche Prozessentwicklung, Materialevaluierung und -qualifizierung, Prototyping, Low-Volume Manufacturing sowie Prozesstransfer. Die verfügbaren Prozesslinien an den Standorten Berlin und Dresden (bis 300 mm Wafergröße) sind auf eine fertigungsnahe und industrielkompatible Entwicklung und Prozessierung ausgelegt (ISO 9001 zertifiziertes Managementsystem).

### Dienstleistungen

- Wafer Bumping (ECD: Cu, Au, AuSn, CuSn, SnAg, Ni, In)
- Dünnfilmumverdrahtung (Cu-RDL) auf aktiven IC-Wafern
- Siliziumdurchkontaktierung (Cu-TSV)
- Silizium-Interposer mit TSV und Cu-Mehrlagenverdrahtung
- Passive Device Integration (R, L, C)
- BEOL-Metallisierung
- Pre-Assembly und Waferdünnen
- Temporäres Waferbonden und De-Bonden
- Die-to-Wafer- und Wafer-to-Wafer-Bonden
- 3D Stack Formation
- Dicing by Grinding (DBG)
- Anwendungsspezifische 3D WL-SiP, CSP, TCI Prototypen- und Kleinserienfertigung
- Training und Schulungen zur Dünnfilmtechnologie

### WAFER LEVEL PACKAGING UND TSV-LINIE



Photoresist / Polymerprozess



Waferbonden (perm. oder temp.)

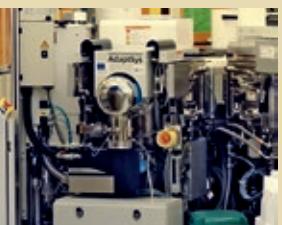


TSV-Ätzen

### WAFER- GRÖSSEN BIS 300 mm



Galvanik

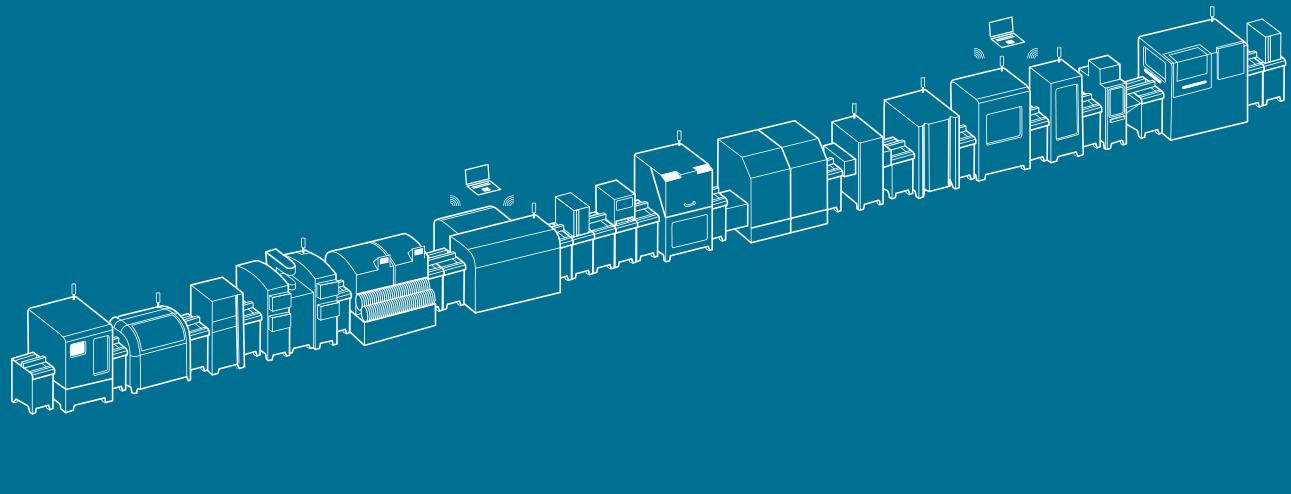


Sputtern



**Dr.-Ing. Michael Schiffer**  
+49 30 46403-234  
[michael.schiffer@izm.fraunhofer.de](mailto:michael.schiffer@izm.fraunhofer.de)

**M. Jürgen Wolf**  
+49 30 46403-606 / +49 351 795572-12  
[juergen.wolf@izm.fraunhofer.de](mailto:juergen.wolf@izm.fraunhofer.de)



## SYSTEMINTEGRATION UND VERBINDUNGSTECHNOLOGIEN

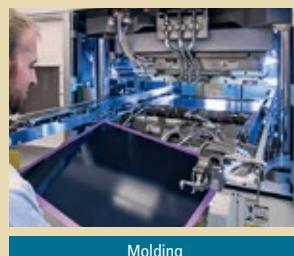
Das Leistungsspektrum der Abteilung Systemintegration und Verbindungstechnologien (SIIT) mit ihren ca. 170 Mitarbeitern reicht von der Beratung über Prozessentwicklungen bis hin zu technologischen Systemlösungen. Dabei stehen die Entwicklung von Prozessen und Materialien für Verbindungstechniken auf Board-, Modul- und Package-Ebene sowie die Integration elektrischer, optischer und leistungselektronischer Komponenten und Systeme im Vordergrund.

Wir unterstützen Unternehmen sowohl bei ihrer anwendungsorientierten vorwettbewerblichen Forschung als auch bei Prototypenentwicklung und Kleinserienfertigung. Unser Angebot beinhaltet Anwendungsberatung, Technologie-transfer und Mitarbeiterqualifikation durch praxisorientierte Weiterbildungen.

### Dienstleistungen

- SMD, CSP, BGA, POP und Bare-Die-Prazisionsbestückung
- Flip-Chip-Techniken (Löten, Sintern, Kleben, Thermokompression-und Thermosonic-Bonden), Die-Attach (Löten, Sintern und Kleben)
- Draht- und Bändchen-Bonden (Ball/Wedge, Wedge/Wedge, Dickdraht und Bändchen)
- Optik: Faseroptik und -sensorik, elektro-optische Leiterplatte, optisches Assembly, Plasmonics
- Conformable Electronics
- Leistungselektronik: elektrischer/elektromagnetischer/thermischer/thermomechanischer Entwurf
- Power Cycling von Leistungsmodulen

### PANEL LEVEL EMBEDDING LINIE



Molding



Assembly



Imaging



Sputtern



Galvanik

### KOSTENOPTIMIERTE SYSTEM-IN- PACKAGES

BIS ZU  
 $610 \times 456 \text{ mm}^2$   
 $24'' \times 18''$

**Rolf Aschenbrenner**  
+49 30 46403-164  
rolf.aschenbrenner@izm.fraunhofer.de

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

# KERNKOMPETENZEN

## RF & SMART SENSOR SYSTEMS

Realisierung anspruchsvoller Systeme für Kommunikations-, Radar- und Sensoranwendungen, aufbauend auf dem Technologie-Know-how des Fraunhofer IZM. Entwicklung und Optimierung von Methoden und Werkzeugen für den Entwurf technologisch anspruchsvoller, miniaturisierter elektronischer Systeme. Bereitstellung von Energieversorgungslosungen durch Energy Harvesting, Konzepte für effiziente Energiewandlung, Energiemanagement für autarke Systeme und energieoptimierte Programmierung. Umfangreiche Ausstattung zur Vermessung und Charakterisierung von HF-Materialien, Aufbauten und Komponenten (bis 220 GHz), zum Aufbau- und zur Vermessung von autarken Sensorknoten sowie zur Fertigung von Mikrobatterien.

### Dienstleistungen

- HF-Design und HF-Charakterisierung von Materialien, Packages und Komponenten
- HF-Systemintegration und Modulentwurf unter Berücksichtigung von Signal- und Powerintegrität
- Entwurf und Realisierung autarker drahtloser Sensorsysteme
- Entwicklung von Mikrobatterien, Energieversorgung und -management für autarke Systeme
- Werkzeuge für den optimierten Entwurf von Mikrosystemen und Server-Client-Software-Architekturen

<b>HF-SYSTEME</b>  HF-Charakterisierung	<b>SYSTEM-DESIGN</b>  EMV-Bewertung
 Abwassersensor	<b>DRAHTLOSE SENSOREN</b>  Test & Validierung
 Mikrobatterie-Linie	

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

**Harald Pötter**  
+49 30 46403-742  
harald.poetter@izm.fraunhofer.de

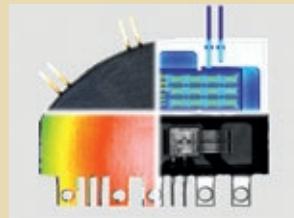
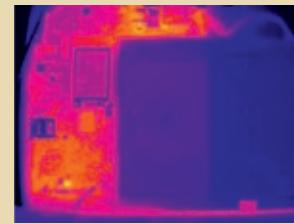
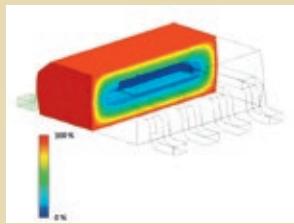


## ENVIRONMENTAL & RELIABILITY ENGINEERING

Das Leistungsspektrum der Abteilung umfasst sowohl die Ermittlung/Minimierung von Umweltbelastungen hinsichtlich technologischer Entwicklungen und Zuverlässigkeitsspekten, als auch das Ökodesign von Produkten sowie die Entwicklung grüner Technologien in der Elektronik. Daneben bieten wir die beschleunigte Lebensdauerprüfung für komplexe Belastungsvorgänge an und spezielle Testmethoden zur Überwachung der Alterungsvorgänge und können Sie bei der werkstoffbezogenen Analyse, Charakterisierung und Simulation im Mikro- und Nanobereich unterstützen. Ergänzt wird das Angebot durch die Entwicklung von Lebensdauermodellen für Materialien, Komponenten und Systeme, thermisches Management, Condition Monitoring für Elektronik sowie Zuverlässigkeitsmanagement.

### Dienstleistungen

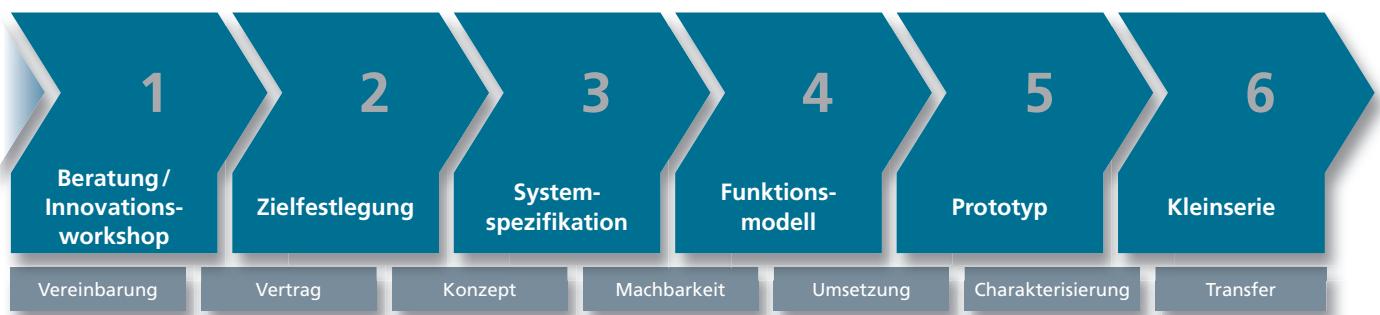
- Multi-Physik-Simulationen zur Zuverlässigkeitsoptimierung (thermisch, mechanisch, fluidisch)
- Werkstoffcharakterisierung
- Struktur- und Fehleranalyse
- Kombinierte Belastungsprüfungen (Feuchtigkeit, Vibration, Temperatur, mechanisch, elektrisch usw.)
- Strategien für nachhaltige Entwicklung von Elektronik
- Ökodesign von Produkten und Unterstützung mit der betreffenden Rechtslage
- Lebensdauerorientiertes Design, Wiederverwendungs- und Zustandsüberwachung elektronischer Systeme

<b>ZUVERLÄSSIGKEITS-QUALIFIZIERUNG</b>  Zustandsüberwachung von Elektronik	 Thermische und Zuverlässigkeitssanalysen	<b>NACHHALTIGKEIT</b>  Demontage & Ökodesign	 Test & Optimierung
 Charakterisierung von Mikromaterialien	 Package-Simulation		

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

# KOOPERATION

## ZUSAMMENARBEIT MIT FRAUNHOFER IZM



Die Forschungsergebnisse des Fraunhofer IZM sind für Anwenderbranchen wie die Automobilindustrie, die Medizintechnik oder Industrieelektronik 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 alle Möglichkeiten offen: Von der schnell verfügbaren Standard-Technologie bis zur disruptiven Highend-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.

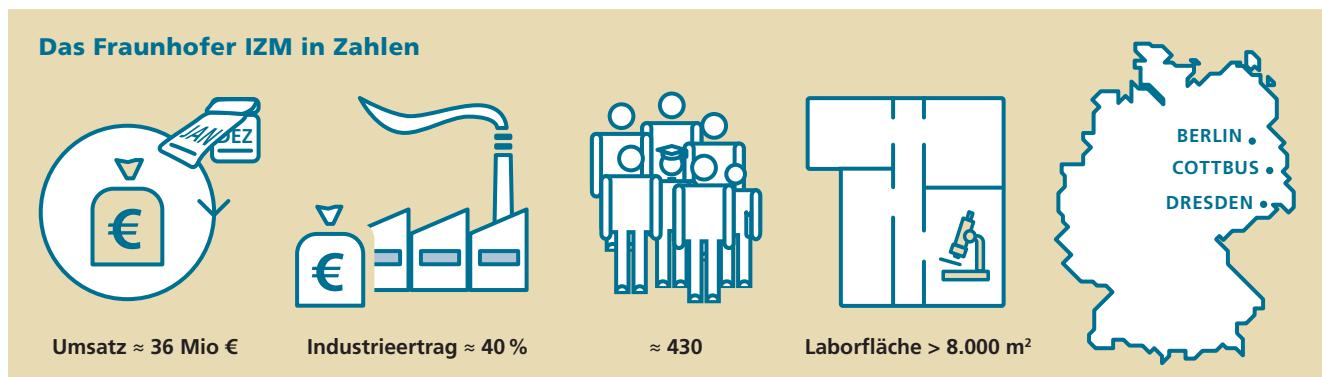
### Auftragsforschung

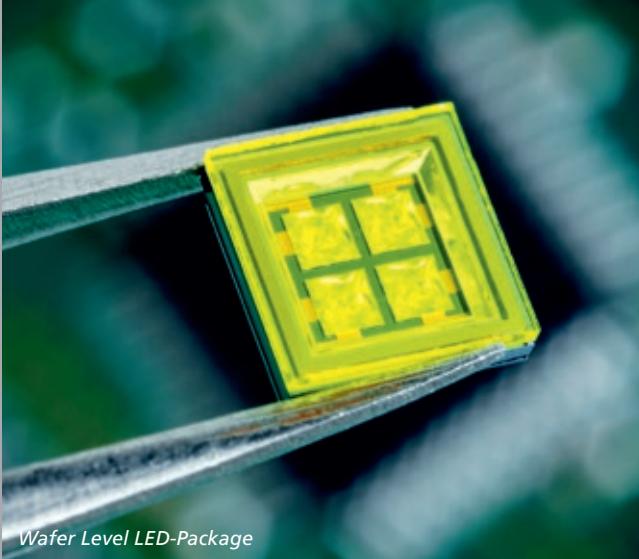
Häufig beginnt eine erfolgreiche Zusammenarbeit mit einer ersten, in der Regel kostenlosen Beratungsphase. Erst wenn

der Umfang der Kooperation definiert ist, stellt Fraunhofer seine FuE-Arbeit in Rechnung. Auftraggeber 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. der Technischen Universität Berlin oder der Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin.





Wafer Level LED-Package



Innenansicht eines Power Chip-scale Packages mit eingebettetem SiC-Leistungs-MOSFET

## VOM NETZWERK PROFITIEREN

### Fraunhofer-Gesellschaft

Die Fraunhofer-Gesellschaft ist die führende Organisation für angewandte Forschung in Europa. Unter ihrem Dach arbeiten 72 Institute und Forschungseinrichtungen an Standorten in ganz Deutschland. Mehr als 26.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter erzielen das jährliche Forschungsvolumen von 2,6 Milliarden Euro. Davon fallen über 2 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Rund 70 Prozent dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Internationale Kooperationen mit exzellenten Forschungspartnern und innovativen Unternehmen weltweit sorgen für einen direkten Zugang zu den wichtigsten Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

### Der Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik

Der Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik – 1996 gegründet – ist der größte europäische Forschungs- und Entwicklungsdienstleister für Smart Systems. Hier werden langjährige Erfahrung und die Expertise von mehr als 3.000 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus derzeit 16 Mitgliedsinstituten gebündelt. Das jährliche Budget beträgt etwa 480 Millionen Euro (Industrianteil rund 48 Prozent).

Die institutsübergreifenden Kernkompetenzen liegen in den Bereichen intelligenter Systementwurf, Halbleitertechnologien, Leistungselektronik und Systemtechnologien für die Energieversorgung, Sensorik, Systemintegration, HF- und Nachrichtentechnik sowie Qualität und Zuverlässigkeit.

### Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland

Die Forschungsfabrik Mikroelektronik Deutschland (FMD) ist der größte standortübergreifende FuE-Zusammenschluss für die Mikroelektronik in Europa mit einer weltweit einzigartigen Kompetenz- und Infrastrukturvielfalt. Hier kooperieren 11 Fraunhofer-Institute des Verbunds Mikroelektronik (u.a. auch das Fraunhofer IZM) und zwei Leibniz-Institute mit mehr als

2.000 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern. Dabei schlägt die Forschungsfabrik die Brücke von der Grundlagenforschung bis zur kundenspezifischen Produktentwicklung. Die Forschungsfabrik führt die technologischen Fähigkeiten von Fraunhofer und Leibniz in einem gemeinsamen Technologiepool zusammen. Für die Modernisierung und Ergänzung ihrer Anlagen und Geräte erhalten die 13 beteiligten Forschungseinrichtungen insgesamt rund 350 Millionen Euro vom Bundesministerium für Bildung und Forschung.

### Leistungszentren

Ziel des Leistungszentrums »Funktionsintegration für die Mikro-/Nanoelektronik« ist es, v.a. 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, IPMS und IZM sowie die TU Dresden und Chemnitz und die HTW 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.

### Start-A-Factory

Startups und kleine und mittlere Unternehmen schnell von der ersten Idee bis zum professionellen Prototypen bringen: das bietet Start-A-Factory, mithilfe von modernsten Anlagen und eingebettet in das Netzwerk von Wissenschaftler\*innen des Fraunhofer IZM und Partnern. Dabei bleibt das Entwicklungsteam maximal involviert und behält zu 100 % das »Intellectual Property«.



## KONTAKT

CREATIVE  
MINDS FOR  
SMART  
ELECTRONICS

Titel: Power-Embedding-Modul für die Leistungselektronik

 **Forschungsfabrik  
Mikroelektronik**  
Deutschland

Konzept & Redaktion: Fraunhofer IZM PR, Berlin · Design: J. Metze / Atelier f:50 Berlin · Fotografie und Bildrechte: Kai Abresch (S. 12), Bildcollage S. 2/3: iStockphoto/photobac, iStockphoto/popba, iStockphoto/Xavier Arnau, iStockphoto/Natalia Deriabina, iStockphoto/nadla, iStockphoto/skynesher, iStockphoto/Carlos Castilla Jiminez; alle anderen Motive Fraunhofer IZM oder Fraunhofer IZM zusammen mit Volker Döring (S. 8 o/m), Janine Escher (S. 4 u, S. 7 u/l, S. 9 m/l), Volker Mai (Titel, alle Technologiebilder S. 2 und 3, S. 4 o, S. 6 u/l, r, m, S. 7 m/l, S. 8 u/l, S. 9 o, S. 111, r), Bernd Müller (S. 7 u/r).  
IS IZM 2102-20d

### Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikointegration IZM

#### Leitung:

**Prof. Dr.-Ing. Dr. sc. techn. Klaus-Dieter Lang**

#### Stellvertreter:

**Prof. Dr.-Ing. Martin Schneider-Ramelow**

**Rolf Aschenbrenner**

Gustav-Meyer-Allee 25  
13355 Berlin

Telefon: +49 30 46403-100

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

[info@izm.fraunhofer.de](mailto:info@izm.fraunhofer.de)

#### Verwaltung

##### **Jürgen Rahn**

Telefon: +49 30 46403-105

[juergen.rahn@izm.fraunhofer.de](mailto:juergen.rahn@izm.fraunhofer.de)

##### **Carsten Wohlgemuth**

Telefon: +49 30 46403-114

[carsten.wohlgemuth@izm.fraunhofer.de](mailto:carsten.wohlgemuth@izm.fraunhofer.de)

#### Business Development

##### **Dr. rer. nat. Michael Töpper**

Telefon: +49 30 46403-603

##### **Erik Jung**

Telefon: +49 30 46403-230

##### **Dr.-Ing. Andreas Middendorf**

Telefon: +49 30 46403-135

[bdt@izm.fraunhofer.de](mailto:bdt@izm.fraunhofer.de)

#### Marketing und PR

##### **Georg Weigelt**

Telefon: +49 30 46403-279

[georg.weigelt@izm.fraunhofer.de](mailto:georg.weigelt@izm.fraunhofer.de)