

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR  
ANGEWANDTE FESTKÖRPERPHYSIK IAF

**SPOT ON – FRAUNHOFER IAF**



# DAS INSTITUT

Das Fraunhofer IAF zählt zu den führenden Forschungseinrichtungen weltweit auf den Gebieten der III/V-Halbleiter und des Diamanten. Wir entwickeln elektronische und optoelektronische Bauelemente auf Basis von modernen Halbleitermaterialien.

Mit seinen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten deckt das Fraunhofer IAF die gesamte Wertschöpfungskette ab – von der Materialforschung über Entwurf, Technologie und Schaltungen bis hin zu Modulen und Systemen.

Standort	Freiburg
Gründungsjahr	1957
Mitarbeiter/innen	265
Gesamthaushalt	33,0 Mio. €
Investitionen	8,2 Mio. €

# FORSCHUNG

»Spot on«: In diesem Jahr, dem »Internationalen Jahr des Lichts«, blicken wir auf die Highlights des Instituts:

**Millimeterwellen-Kameras für den Blick durch Staub und Rauch**

**Halbleiterlaser zur Gefahrstoffdetektion**

**Infrarot-Detektoren zur Detektion von CO<sub>2</sub>**

**Hochfrequente Leistungselektronik für schnelle Spannungswandler**

**Diamantlinsen für Hochleistungslaser**

**Gerne entwickeln wir mit Ihnen Ihr nächstes innovatives Produkt.**

# SPOT ON – FRAUNHOFER IAF



4

## HOCHFREQUENZELEKTRONIK

Elektronisch integrierte Schaltungen  
und Module für hohe Frequenzen

6

## LEISTUNGSELEKTRONIK

Hochleistungs-Transistoren und  
Schaltungen auf Basis des  
Halbleiters Galliumnitrid

8

#### PHOTODETEKTOREN

Detektoren mit hoher räumlicher Auflösung im Infrarot- und UV-Wellenlängenbereich

10

#### HALBLEITERLASER

Infrarot-Halbleiterlaser, Lasersysteme, und LED-Module

12

#### HALBLEITERSENSOREN

Mikromechanik und Sensoren auf Basis von III/V-Halbleitern, Graphen und Diamant

14

#### SERVICELLEISTUNGEN

Analytik von Materialien, Bauelementen und Schaltungen

# HOCHFREQUENZELEKTRONIK

## Elektronisch integrierte Schaltungen und Module für hohe Frequenzen

Immer größere Datenmengen müssen innerhalb kürzester Zeit übertragen werden – sei es in Anwendungen für Kommunikation, Sensorik oder Raumfahrt. Die Anforderungen an die elektronischen Bauteile wachsen: schnell und energieeffizient sollen sie sein, bei gleichzeitig geringer Größe.

Im Geschäftsfeld »Hochfrequenzelektronik« entwickeln wir elektronisch integrierte Schaltungen mit hoher Leistungsfähigkeit für Frequenzen bis über 600 GHz. Mittels metamorpher HEMT-Technologie auf GaAs-Substrat konstruieren wir monolithisch integrierte Mikrowellen- und Millimeterwellen-Schaltungen. Gemeinsam mit unseren Partnern aus Forschung und Industrie fertigen wir komplette Systeme für Kommunikation und Sensorik.

In den nächsten Jahren möchten wir die Funktionalität der Schaltungen weiter erhöhen – bis hin zu kompletten Systemen auf einem Chip.

### **Kontakt**

Dr. Michael Schlechtweg

Tel. +49 761 5159-534

michael.schlechtweg@iaf.fraunhofer.de



## Hochfrequenzelektronik für die Materialanalyse, hohe Bandbreiten und die Übertragung großer Datenraten

### ■ Kommunikation

- Sender und Empfänger für effiziente Datenübertragung mit bis zu 100 Gbit/s
- Rauscharme und effiziente Leistungsverstärker für Mobilfunkstationen

### ■ Schutz und Sicherheit

- Millimeterwellenkamera für die Bildgebung bei 100 GHz
- Millimeterwellen-Radarsysteme zur Abstands- und Geschwindigkeitsmessung

### ■ Raumfahrt

- Rauscharme Verstärkerschaltungen für Empfänger in Wettersatelliten

### ■ Qualitätskontrolle

- Berührungslose Materialanalyse mit Millimeterwellen

# LEISTUNGSELEKTRONIK

## Hochleistungs-Transistoren und Schaltungen auf Basis des Halbleiters Galliumnitrid

Immer effizientere Systeme zur Erzeugung, Verteilung und Nutzung von elektrischer Energie sind notwendig, um den steigenden Energiebedarf der Welt zu decken.

Das Geschäftsfeld »Leistungselektronik« entwickelt Hochleistungs-Transistoren und monolithisch integrierte Schaltungen auf Basis des Verbindungshalbleiters Galliumnitrid (GaN). Mit dem Halbleiter lässt sich eine leistungstärkere und energieeffizientere Elektronik als mit Silizium realisieren. Unter Verwendung moderner »High-Electron-Mobility«-Transistoren entwickeln wir Leistungselektronik für Frequenzen von 10 kHz bis zu 100 GHz.

Mit GaN-Bauteilen kann in einer Vielzahl von Anwendungen Energie gespart werden. In Form von effizienten Spannungswandlern können diese nicht nur dem Markt der Elektro- und Hybridfahrzeuge neuen Antrieb geben, sondern auch die Effizienz von Solaranlagen oder Haushaltsgeräten steigern.

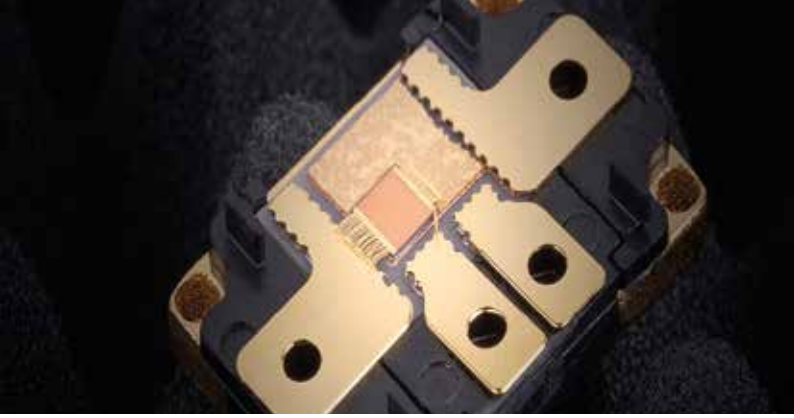
### **Kontakt**

Dr. Michael Mikulla

Tel. +49 761 5159-267

michael.mikulla@iaf.fraunhofer.de





## Hochfrequente Leistungselektronik für schnelle Datenverbindungen und effiziente Energiewandlung

### ■ Kommunikation

- Galliumnitrid-Richtfunkverstärker für Hochgeschwindigkeits-Verbindungen im Mobilfunknetz
- Mobile Datenlinks für Datenraten im Gigabit-Bereich

### ■ Energie

- Energieeffiziente Spannungswandler mit Taktfrequenzen von 10 kHz bis 1 MHz

### ■ Raumfahrt

- Hochauflösende wetterunabhängige Radare für die Erdbeobachtung
- Sender und Empfänger für die Satellitenkommunikation

### ■ Meteorologie

- Hochfrequenz-Leistungsquellen für die Wetterbeobachtung

# PHOTODETEKTOREN

## Detektoren mit hoher räumlicher Auflösung im Infrarot- und UV-Wellenlängenbereich

Bildgebende Detektoren für Wellenlängenbereiche, die für das menschliche Auge nicht sichtbar sind, haben eine hohe Bedeutung für Sicherheitsanwendungen. Sie sind zudem Schlüsselkomponenten für die Prozesskontrolle sowie die Medizintechnik.

Im Geschäftsfeld »Photodetektoren« werden Kameras hoher räumlicher Auflösung und der Fähigkeit, gleichzeitig Infrarot-Strahlung aus unterschiedlichen Wellenlängenbereichen zu detektieren, entwickelt. Unsere hochauflösenden Zwei-Farben-Infrarot-Detektoren sind dabei weltweit einzigartig. Ein Schwerpunkt unserer Forschungsarbeiten liegt auf bispektralen Wärmebildgeräten für die zwei atmosphärischen Fenster im mittleren ( $\lambda = 3 - 5 \mu\text{m}$ ) und im langwelligen Infrarot ( $\lambda = 8 - 12 \mu\text{m}$ ).

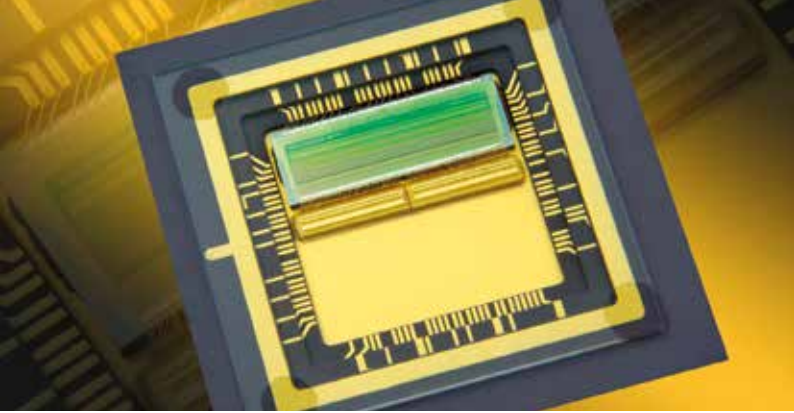
Kurzwellige Infrarotdetektoren ( $\lambda = 1,4 - 3 \mu\text{m}$ ) mit hoher Empfindlichkeit werden für die aktive Bildgebung bei Nacht entwickelt.

### Kontakt

Dr. Martin Walther

Tel. +49 761 5159-434

[martin.walther@iaf.fraunhofer.de](mailto:martin.walther@iaf.fraunhofer.de)



## Detektoren zum Nachweis von Kohlendioxid, zur Materialanalyse sowie zur Prozesskontrolle

### ■ Schutz und Sicherheit

- Bispektrale Infrarot-Warnsysteme für den Schutz von Flugzeugen
- Indiumgalliumarsenid-Chips mit 640 x 512 Bildpunkten im 15- $\mu\text{m}$ -Rastermaß für hochauflösende Infrarot-Kameras
- Avalanche-Photodetektoren im kurzwelligen Infrarot für eine dreidimensionale Szenenanalyse

### ■ Qualitätskontrolle

- Hochsensitive Infrarot-Detektoren zur zerstörungsfreien Materialanalyse
- Strahlungsbeständige UV-Detektoren zur Prozesskontrolle

# HALBLEITERLASER

## Infrarot-Halbleiterlaser, Lasersysteme und LED-Module

Halbleiterlaser oder Leuchtdioden (LEDs) ermöglichen als kompakte und robuste Lichtquellen die direkte und effiziente Umwandlung elektrischer Energie in Licht. Dadurch werden innovative Lösungen für Beleuchtungssysteme, Spektroskopie und die Sensorik ermöglicht.

Die Hauptaufgaben des Geschäftsfelds »Halbleiterlaser« sind die Entwicklung von Infrarot-Halbleiterlasern und Lasersystemen für den Wellenlängenbereich 2 – 11  $\mu\text{m}$  sowie die Realisierung von LED-Modulen für den sichtbaren und ultravioletten (UV) Spektralbereich. Darüber hinaus werden die Lichtquellen mit zusätzlicher Funktionalität versehen, z. B. Laser mit abstimmbarer Wellenlänge oder die Erzeugung kurzer Laserpulse.

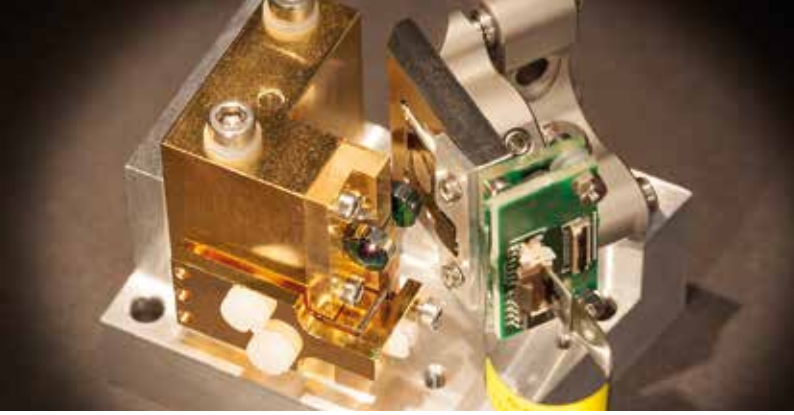
Für die Beleuchtung mit LEDs und für Laseranwendungen wie die medizinische Diagnostik, Prozesskontrolle oder Sicherheitstechnik entwickeln wir optimierte Komponenten und Systeme.

### **Kontakt**

Prof. Dr. Joachim Wagner

Tel. +49 761 5159-352

[joachim.wagner@iaf.fraunhofer.de](mailto:joachim.wagner@iaf.fraunhofer.de)



## **Laser zur Detektion von Gefahrstoffen und LEDs für die energieeffiziente Beleuchtung**

### **■ Schutz und Sicherheit**

- Bildgebende Infrarot-Lasersysteme zur Detektion von Explosivstoffspuren z. B. auf Gepäckstücken
- Quantenkaskadenlaser zur Überwachung von Schadstoffen im Trinkwasser, kontinuierlich und direkt vor Ort

### **■ Prozessanalyse**

- Breitbandig abstimmbare und kompakte Quantenkaskadenlaser für die Spektroskopie
- Laser-basierte Messsysteme zur Entschlüsselung oder Kontrolle chemischer Prozesse

### **■ Medizintechnik**

- Infrarot-Laser für die nicht-invasive Atemgasanalyse

### **■ Energie**

- Energieeffiziente LED-Lampen auf der Basis von Galliumnitrid mit Lichtstärken von über 2000 lm

# HALBLEITERSENSOREN

## Mikromechanik und Sensoren auf Basis von III/V-Halbleitern, Graphen und Diamant

Mit winzigen Sensoren Gefahrstoffe aufspüren oder industrielle Prozesse überwachen – Mikro- und Nanosensoren werden in vielen Bereichen des täglichen Lebens eingesetzt.

Im Geschäftsfeld »Halbleitersensoren« entwickeln wir unter Nutzung von Materialien mit besonderen physikalischen Eigenschaften, wie Diamant, Graphen und III/V-Verbindungshalbleitern, eine Vielzahl unterschiedlicher Sensoren. Das Spektrum unserer Forschungsarbeiten reicht von Gasetektoren, elektro- und biochemischen Sensoren, Hochenergiestrahlungs- und Partikelsensoren, Wärmespreizern, Einzelphotonquellen bis hin zu mikro- und nanoelektromechanischen Systemen.

Unsere Bauelemente können in einer Vielzahl von unterschiedlichen Anwendungen zum Nachweis von Krankheiten und Giftstoffen sowie zur Materialbearbeitung oder in der Leistungselektronik eingesetzt werden.

### Kontakt

Dr. Christoph E. Nebel

Tel. +49 761 5159-291

[christoph.nebel@iaf.fraunhofer.de](mailto:christoph.nebel@iaf.fraunhofer.de)



## Robuste Bauelemente für den Einsatz unter extremen Bedingungen

### ■ Materialbearbeitung

- Diamantlinsen für Hochenergie-Lasersysteme

### ■ Energie

- Graphen für transparente, leitfähige Kontakte
- Diamant-basierte Resonatoren für Hochfrequenz-Anwendungen
- Wärmespreizer für energieeffiziente Leistungselektronik
- Superkapazitäten aus Diamant-Nanodrähten, Diamant-Silizium-Nanodrähten und aus Graphenflocken

### ■ Umwelt und Gesundheit

- Actinoid- und Ozon-Sensoren
- Diamant-basierte elektrochemische Sensoren
- Magnetometrische Sensoren und Nano-Spitzen

### ■ Raumfahrt

- Strahlungsharte, ultraleichte Diamant-basierte bipolare Transistoren für die Satellitenkommunikation

# SERVICELEISTUNGEN

Wir bieten Ihnen Serviceleistungen für die Analytik von Materialien, Bauelementen und Schaltungen an:



## Optische Analytik

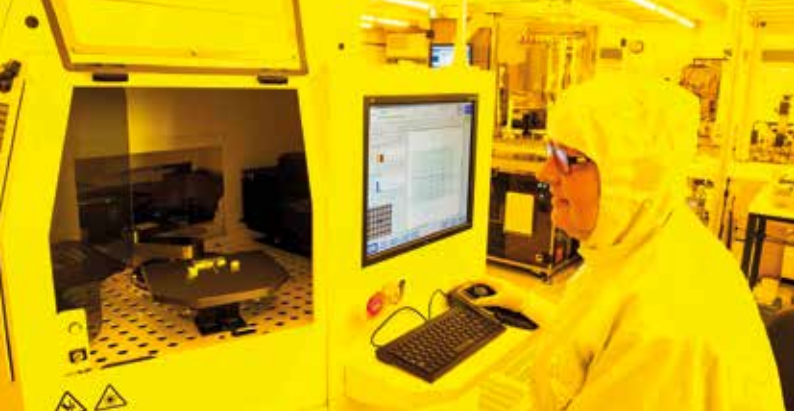
- Spektroskopische Ellipsometrie
- Fluoreszenz-Mikroskopie
- Infrarot-Spektroskopie
- Photolumineszenz
- Optische Profilometrie
- Weißlicht-Interferometrie



## Strukturelle Analytik

- Rasterelektronenmikroskopie mit »Focused Ion Beam«-Präparation
- Elektronenbeugung
- Rastersondenmikroskopie
- Sekundärionen-Massenspektrometrie
- Röntgendiffraktometrie
- Energiedispersive Röntgenanalyse





## **Elektrische Charakterisierung**

- Dunkel- und Photoleitfähigkeit
- Kapazitäts- und Hall-Effekt-Messungen
- Wirbelstrommessungen
- Hochvoltmessungen bis 2000 V
- Hochfrequenzmesstechnik bis 1000 GHz
- Lebensdauerbestimmung



## **Mechanische Charakterisierung**

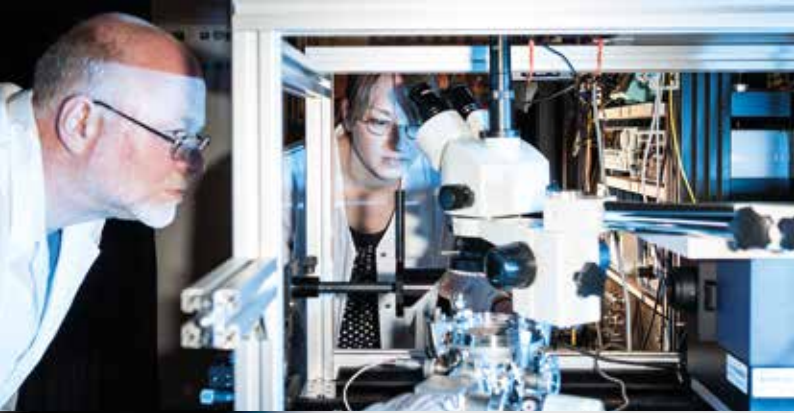
- Elastizitätsmodul
- Vibrometrie
- Taktile Profilometrie
- Kraftmikroskopie

### **Kontakt**

Dr. Martin Walther

Tel. +49 761 5159-434

[martin.walther@iaf.fraunhofer.de](mailto:martin.walther@iaf.fraunhofer.de)



## ENTWICKELN SIE MIT UNS DIE NÄCHSTE GENERATION DER HALBLEITER-TECHNOLOGIE

Wir bieten Ihnen ein attraktives Arbeitsumfeld in einem Hightech-Institut, hervorragende Entwicklungschancen und ein Forschungsumfeld mit starkem Bezug zur Industrie. Lernen Sie die Fraunhofer-Gesellschaft als einen der beliebtesten Arbeitgeber in Deutschland kennen.

### **Wir suchen neue Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter für**

- Wissenschaft,
- Technik,
- Verwaltung,
- Promotion,
- Bachelor- und Masterarbeiten sowie
- Auszubildende und
- studentische Hilfskräfte.

Unsere aktuellen Stellenanzeigen finden Sie unter:

**[www.iaf.fraunhofer.de/karriere](http://www.iaf.fraunhofer.de/karriere)**

# MESSEN UND TAGUNGEN 2015

42<sup>nd</sup> Freiburg Infrared Colloquium,  
Freiburg, 03. – 04.03.2015

Laser world of Photonics, München, 22. – 25.06.2015

Compound Semiconductor Week, Santa Barbara, CA,  
USA, 28.06. – 02.07.2015

Freiburger Wissenschaftsmarkt, Freiburg, 10. – 11.07.2015

11<sup>th</sup> International Conference on Nitride Semiconductors,  
Peking, China, 30.08. – 04.09.2015

European Microwave Week, Paris, Frankreich, 06. – 11.09.2015

Future Security, Berlin, 15. – 17.09.2015

Semicon Europa, Dresden, 06. – 08.10.2015

3<sup>rd</sup> International Symposium on Development of  
CBRN-Defence Capabilities, Berlin, 19. – 21.10.2015

Mikrosystemtechnik-Kongress, Karlsruhe,  
26. – 28.10.2015

6<sup>th</sup> International Symposium on Growth  
of III-Nitrides, Hamamatsu, Japan,  
08. – 13.11.2015

## **Bildquellen:**

Titel: istock.com, Yarygin;

Fraunhofer IOSB (S. 9)

Achim Käflein (S. 1, 2, 13, 16)

**FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR  
ANGEWANDTE FESTKÖRPERPHYSIK IAF**

**Tullastraße 72  
79108 Freiburg  
Tel. +49 761 5159-0  
info@iaf.fraunhofer.de  
www.iaf.fraunhofer.de**

**Institutsleiter  
Prof. Dr. rer. nat. Oliver Ambacher**