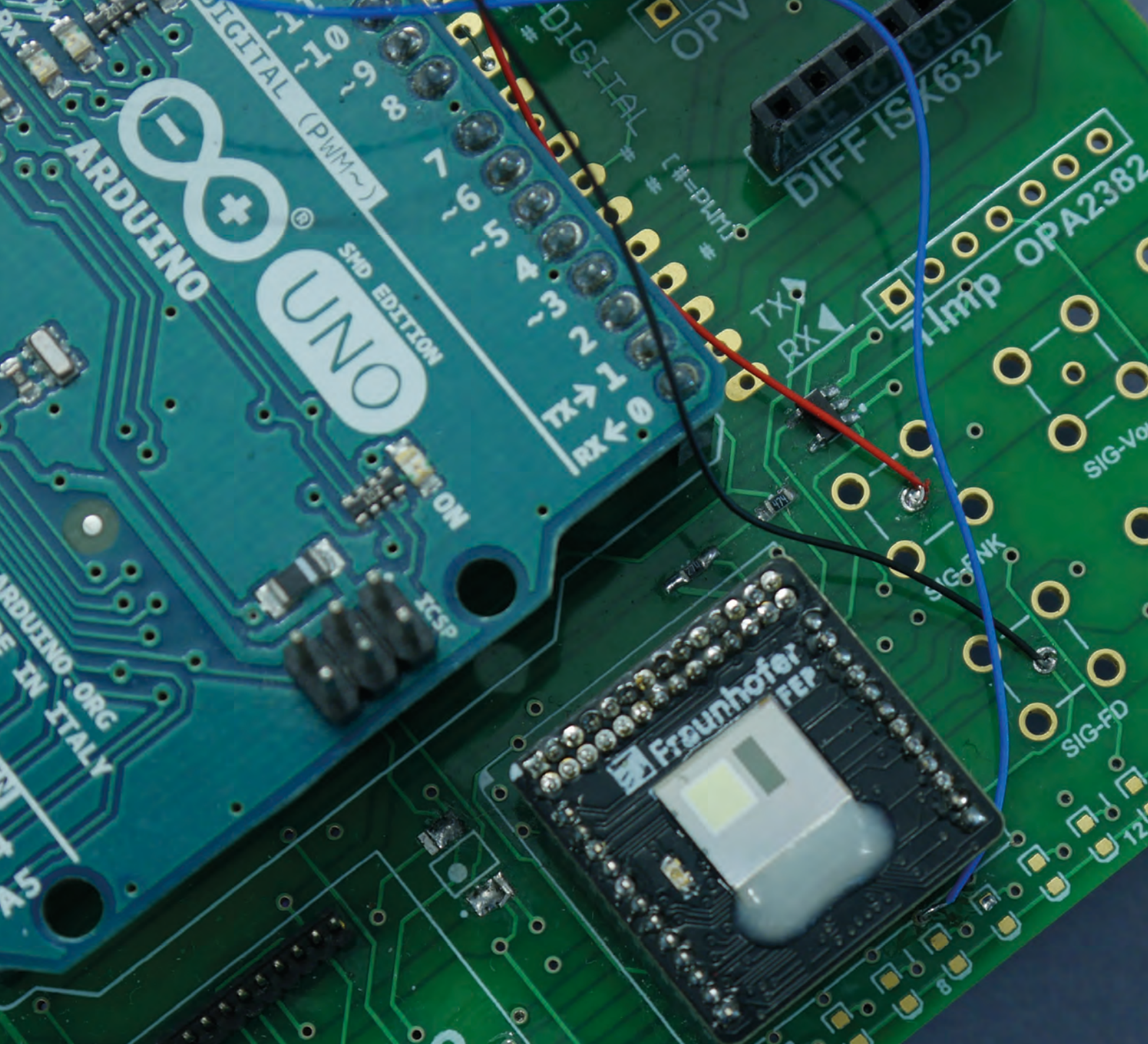


# Sensorik

---

Anwendungen – Technologien – Bauelemente





Schicht für Schicht  
zum Sensor

---

Sensorik gilt als eine Schlüsseltechnologie für das Messen, Steuern, Regeln und Überwachen verschiedenster Zustände und in vielen unterschiedlichen Umgebungen.

Sensoren finden in allen Lebensbereichen Anwendung: zum Beispiel bei Endanwendern in mobilen Geräten, wie Kameras. Die Zahl eingesetzter Sensorlösungen vervielfacht sich rasant. Hier spielen Miniaturisierung und kostengünstige Großserienfertigung eine Hauptrolle. In der Industrie hingegen werden immer anspruchsvollere Sensorsysteme, z. B. für die Automatisierung, den Automobilbereich oder in der Medizintechnik entwickelt. Hier sind hohe Anforderungen an Genauigkeit, Zuverlässigkeit und die passgenaue Integration je nach Umgebung gefordert.

Das Fraunhofer FEP verfügt über ein breites und langjähriges Know-how in der Vakuumbeschichtung, der Entwicklung von Prozesstechnologien, der Präzisionsbeschichtung

und der organischen Elektronik. Die Kernkompetenzen des Institutes bieten innovative Technologieansätze für neuartige Sensorlösungen.

Insbesondere der Einsatz von Elektronenstrahltechnologie zur Oberflächenmodifizierung, von Magnetron-Sputtertechnologien für Präzisionsbeschichtungen, aber auch die Nutzung photonischer Effekte in Bauelementen mit OLED-Lichtquellen auf Silizium-Chips ermöglichen es, empfindliche Materialkombinationen äußerst präzise zu beschichten und miniaturisierte Sensorbauelemente und -systeme zu entwickeln.

» Wir entwickeln Ihre passgenaue, anwendungsspezifische Sensoriklösung!«

## Überblick

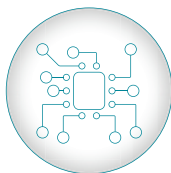
Im Folgenden finden Sie einen Überblick über die Anwendungsbreite, in der unsere Sensortechnologien zum Einsatz kommen können. Viele der Technologien sind auch anpassbar auf Ihre spezielle Anforderung.

Sprechen Sie uns hierfür gern an. Wir diskutieren gern die Möglichkeiten der vorhandenen Sensoriklösungen und auch Wege zu neuen Technologien mit Ihnen.

### Anwendungsgebiete



**Displays und Wearables**



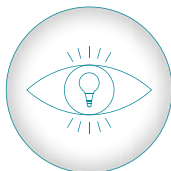
**Elektronik**



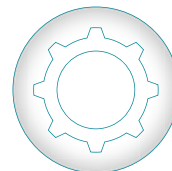
**Kulturguterhalt**



**Landwirtschaft**



**Licht und Optik**



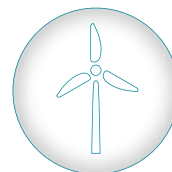
**Maschinenbau**



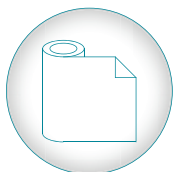
**Medizinisch-biotechnologische Applikationen**



**Mobilität**



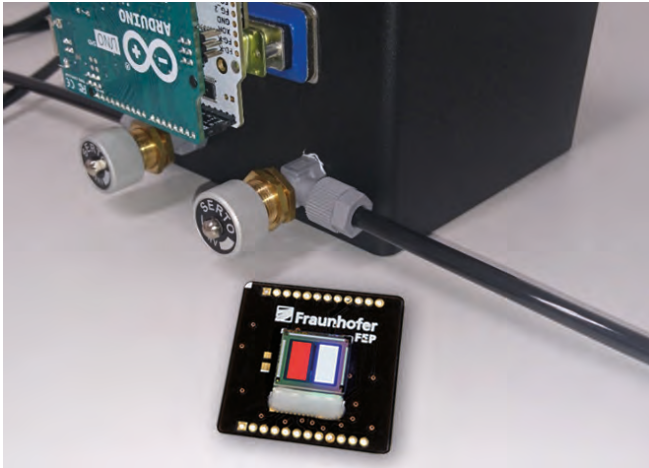
**Umwelt und Energie**



**Verpackung**



# Universelle optische Sensorplattform



- Sensorplattform zur optischen Anregung und Auslese von Sensorschichten
- Messung von Materialeigenschaften mit Verwendung eines Sensorstoffes, welcher sich je nach Konzentration in seinen optischen Eigenschaften ändert
- Zwei typische Szenarien zur Messung von Prozessparametern oder Konzentrationen:
  1. Direkter Kontakt des Sensors mit dem Medium
  2. Einbringen einer Sensorschicht in den Reaktionsraum und Anregung & Auslese über eine optische Faserverbindung zur externen Elektronik

## Integrationsniveau

- Bauelement
- Schichten

## Medien

- Flüssigkeiten
- Gas

## Anwendungsgebiete

- Landwirtschaft
- Licht und Optik
- Maschinenbau

- Umwelt und Energie
- Medizinisch-biotechnologische Applikationen

# Bidirektionale OLED Mikrodisplays



- Basierend auf OLED-auf-Silizium-Technologie
- Kombination aus OLED-Pixeln und Photodioden auf einem Chip
- Nutzbar z. B. als Fingerabdrucksensor, Partikel-Flusssensor, Opto-Koppler, Biosensor oder zur optischen Inspektion

## Integrationsniveau

- System
- Bauelement

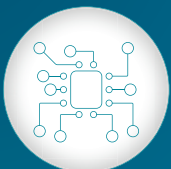
## Medien

- Oberflächen

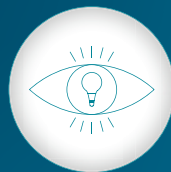
## Anwendungsgebiete



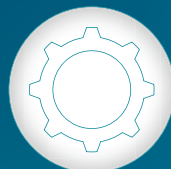
Displays und Wearables



Elektronik



Licht und Optik



Maschinenbau

# Organische Photodioden, OPD-auf-CMOS Bildsensoren



- Photodioden, die monolithisch und auf Waferlevel auf einer CMOS-Ausleseschaltung integriert sind
- Anpassung des spektralen Verhaltens möglich
- Detektion von Wellenlängen außerhalb des sichtbaren Bereiches

## Integrationsniveau

- Bauelement
- Schichten

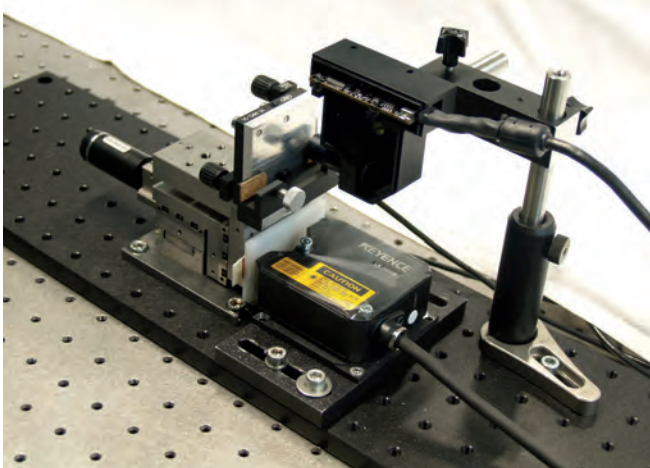
## Medien

- Oberflächen

## Anwendungsgebiete



# Positions- und Neigungssensor basierend auf bidirektionalen OLED-Mikrodisplays



- Kompaktes optisches Bauelement: Projektionslinse ist gleichzeitig die Abbildungslinse
- Ultra-kompaktes optisches Messsystem zur Oberflächenmesstechnik
- Gegenüber herkömmlichen konfokalen Sensoren detektiert der invers-konfokale Sensor ein Minimum an rückgestreutem Licht, wenn sich das Objekt in der Fokusebene befindet

## Integrationsniveau

- Bauelement

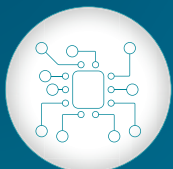
## Medien

- Oberflächen

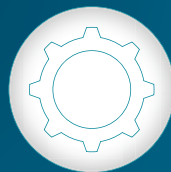
## Anwendungsgebiete



Displays und Wearables



Elektronik

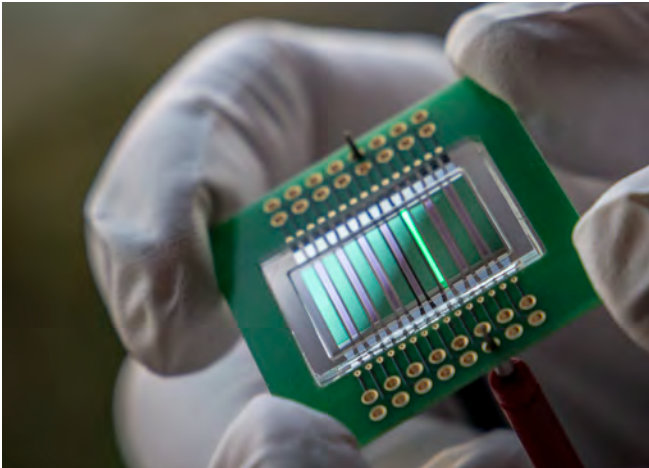


Maschinenbau



Mobilität

# Optoplasmonischer Sensor



- Schnelle Vor-Ort-Analyse von Qualitäts- und Sicherheitsparametern in Milch
- Eine Messung zur Analyse von 6 Inhaltsstoffen
- Funktionalisierung des Sensors mit spezifischen Antikörpern für verschiedene Parameter von Milchsicherheit und -qualität

## Integrationsniveau

- Bauelement

## Medien

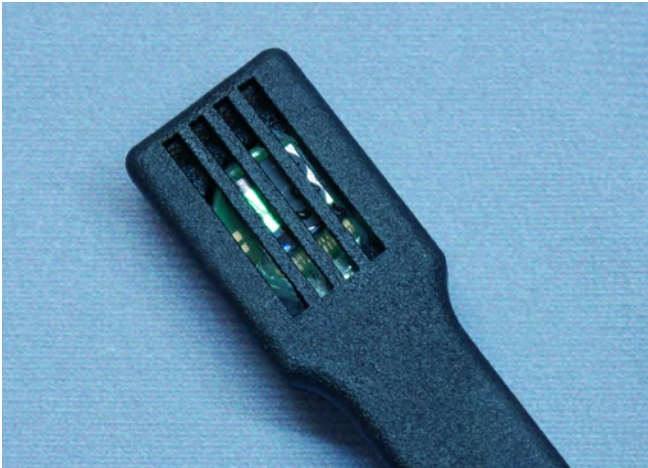
- Flüssigkeiten

## Anwendungsgebiete





# Multimodaler Sensorik-Teststand (SensBio) als Messplatz für Gassensorik



- Sensorik-Teststand mit modularem Aufbau zur Abdeckung einer möglichst großen Bandbreite an Messparametern:
  - Großes zentrales Gefäß mit externen Zugängen unterschiedlicher Größe
  - Gasmischstation für jeweils 2 Gase in beliebigen Mischungsverhältnissen
  - Begasung des Systems über Gasphase und über flüssige Phase
  - Systemtemperierung
  - pH-Variation durch chemische Dosierung

## Integrationsniveau

- System

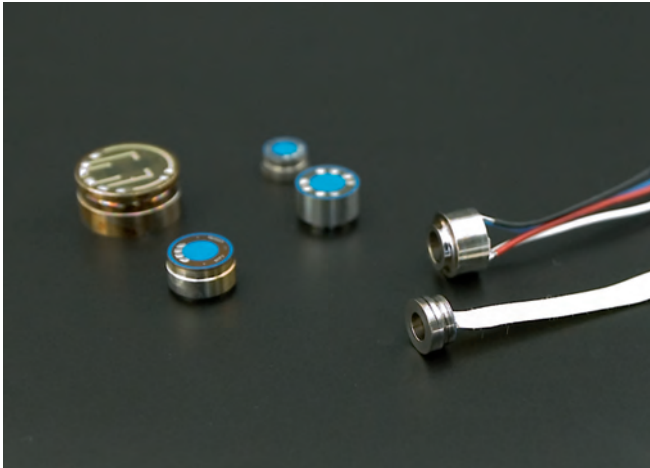
## Medien

- Gase
- Flüssigkeiten

## Anwendungsgebiete



# Isolationsschichten und Barrierschichten



## Hochtemperatur-Drucksensoren

- Abscheidung defektarmer Isolationsschichten mittels reaktivem Magnetron-Sputtern für Drucksensoren
- Isolationsschichten mit minimaler Protonendiffusion und sehr guter Isolationsfestigkeit, Spannungsfestigkeit bis zu 2000 V für Metall-Dünnschicht-Sensoren
- Stabil auch bei sehr hohen Temperaturen
- Hohe Abscheiderate von ca. 2–3 nm/s
- Barrierschichten gegen Wasserstoffdiffusion

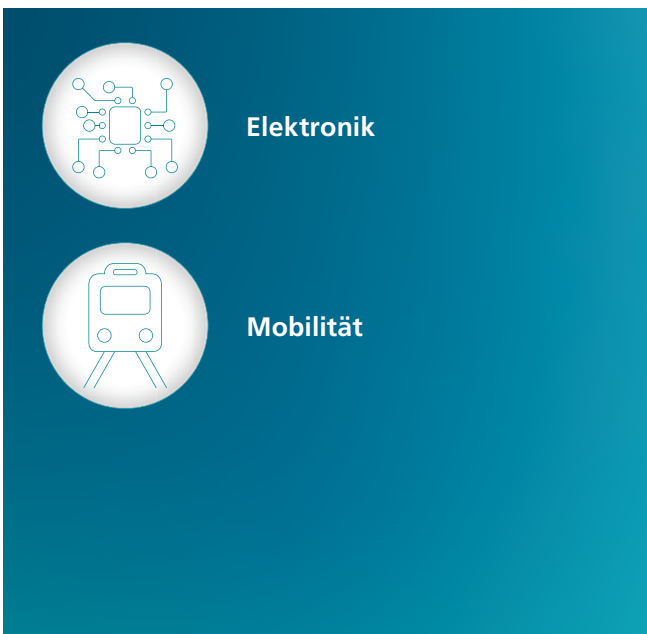
## Integrationsniveau

- Schichten

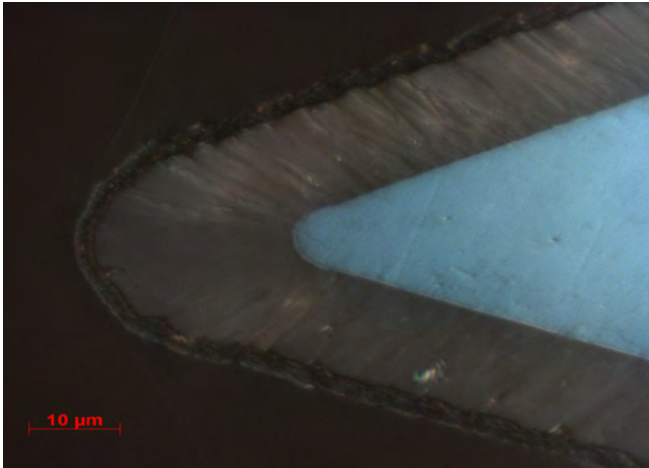
## Medien

- Gase, Flüssigkeiten (auch Wasserstoff)
- Oberflächen

## Anwendungsgebiete



# Dünnschichten für Bauteil-integrierte Sensorik



## Bauteil-integrierte Zustandsüberwachung und Kraft-, Verformungs- und Momentsensorik

- Sensor- und Isolationsschichten für direkt bauteilintegrierte Dehnungsmessstreifen (DMS)
- Direkt aufgetragene piezoelektrische AlN- und  $Al_xSc_{1-x}N$ -Schichten für
  - akustische und sensorische Elemente
  - wirkstellennahe Kraftmessung
- Stabil auch bei sehr hohen Temperaturen
- Anwendbar in Werkzeugmaschinen

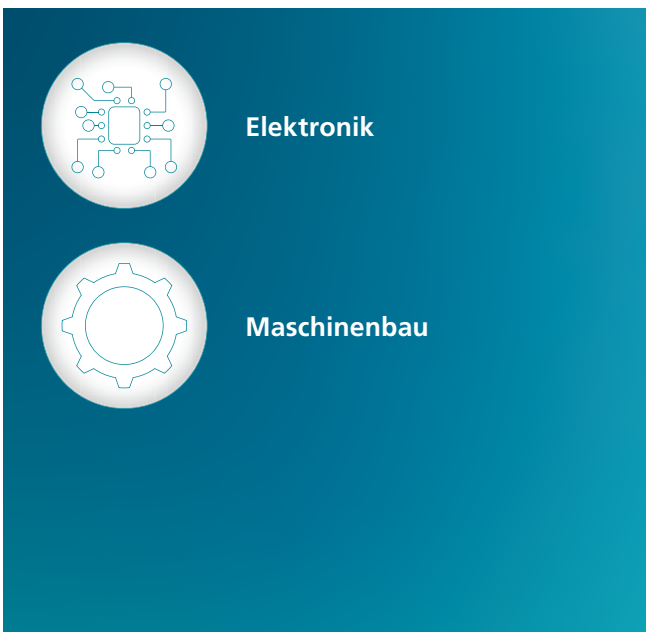
## Integrationsniveau

- Schichten

## Medien

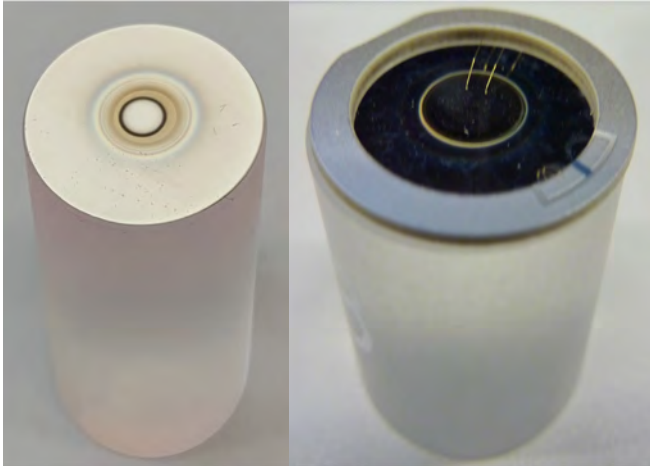
- Oberflächen (Bauteile)

## Anwendungsgebiete





# Piezoelektrische Dünnschichten für Ultraschallanwendungen



- Technologie zur Abscheidung von AlN- und  $Al_xSc_{1-x}N$ -Schichten mittels reaktivem Magnetron-Sputtern
- Dünnschicht-Transducer für
  - hochauflösende Ultraschall-Mikroskopie
  - Durchflussmengen-Messung
  - zerstörungsfreie Zustandsüberwachung

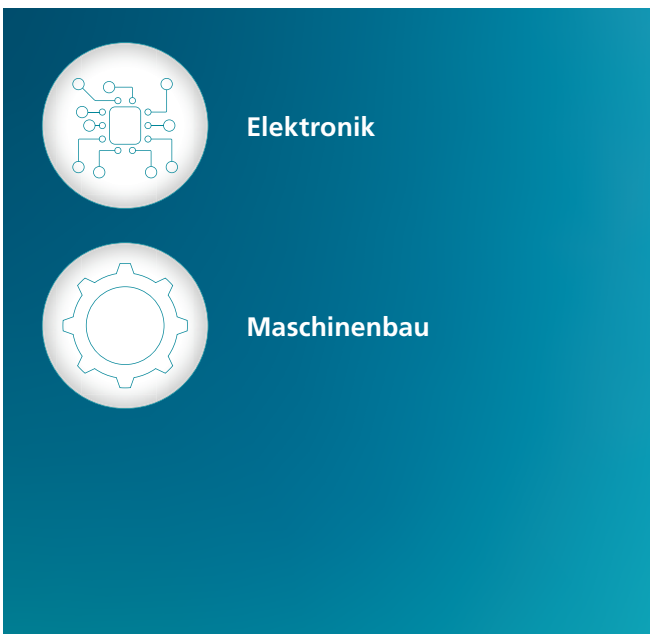
## Integrationsniveau

- Schichten

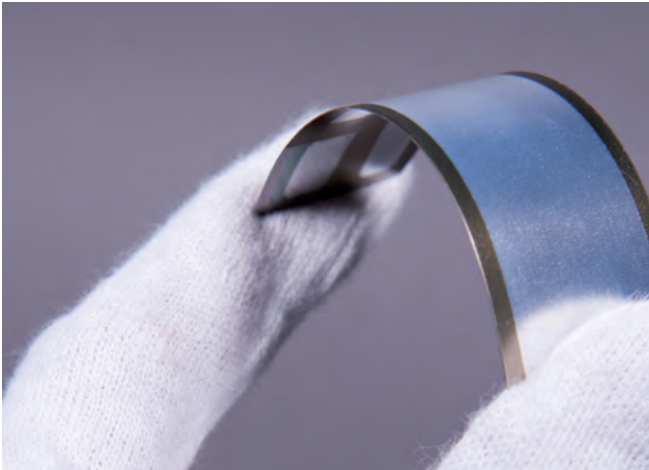
## Medien

- Oberflächen (Bauteile)
- Gase
- Flüssigkeiten

## Anwendungsgebiete



# Micro-Energy Harvesting für energieautarke Sensorik



- Elektromechanische Simulation des Belastungszustands
- Technologie zur Abscheidung von AlN- und  $Al_xSc_{1-x}N$ -Schichten mittels reaktivem Magnetron-Sputtern
- Abscheidung dünner, homogener Piezoschichten zur piezo-basierten Energiegeneration aus mechanischer Energie (Verformung, Vibration)
- Autarke Vor-Ort-Energieerzeugung für Sensorik-Anwendungen

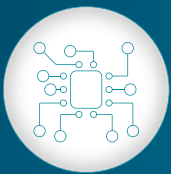
## Integrationsniveau

- Simulationen
- Schichten

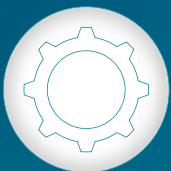
## Medien

- Oberflächen

## Anwendungsgebiete



Elektronik



Maschinenbau



Medizinisch-biotechnologische  
Applikationen



Mobilität

# Dünnschicht-Korrosionssensoren zur Überwachung empfindlicher Objekte



- Echtzeit-Korrosionssensor zur Überwachung der Umgebungsluft auf korrosive Gase
- Abscheidetechnologien für reproduzierbare, präzise Abscheidung dünner Metallschichten
- Sensor bestehend aus dünner Metallschicht (Cu, Ag, Pb, Fe oder Bronze), die auf einer isolierenden Trägerplatte aus Keramik aufgebracht ist

## Integrationsniveau

- Bauelement

## Medien

- Oberflächen

## Anwendungsgebiete

Elektronik

Kulturguterhalt

Mobilität

Umwelt und Energie

Verpackung



# Sensorsysteme zur Motordiagnostik



- Hochtemperatur-Druckmessung direkt im Verbrennungsraum
- Drucksensoren
- Torsionssensoren

## Integrationsniveau

- Schichten

## Medien

- Gase
- Festkörper

## Anwendungsgebiete



Mobilität

# Dünnschichtsysteme für Radarsensoren



- Transparente, funktionale Beschichtungen für Scheinwerferbaugruppen
- Radarstrahlen können damit gezielt geformt und gelenkt werden
- Beschichtung kann Strahlausbreitung je nach Einsatz unterschiedlich manipulieren
- Beschichtung beeinträchtigt nicht die Farbe der Lichtquelle
- Hält Temperaturschwankungen zwischen  $-30^{\circ}\text{C}$  –  $+120^{\circ}\text{C}$  stand

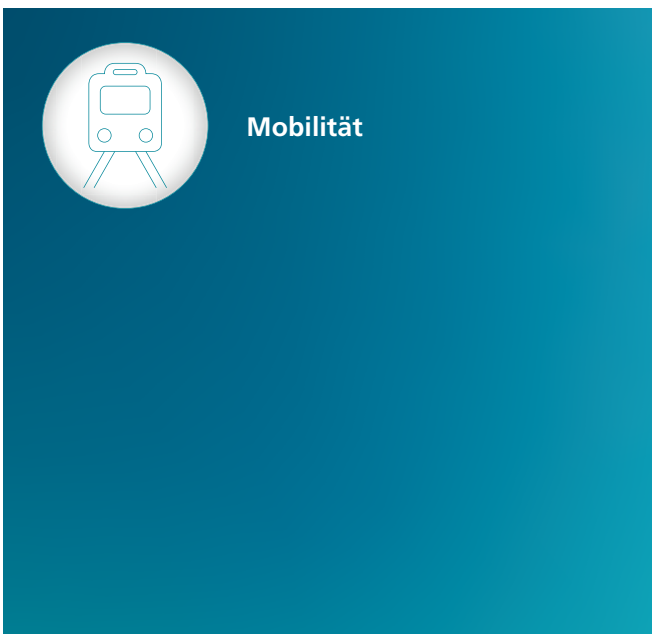
## Integrationsniveau

- Schichten

## Medien

- Oberflächen

## Anwendungsgebiete



# Technologie

## Optoelektronik

Durch unsere Kernkompetenzen insbesondere in der Organischen Elektronik und im IC- und Systemdesign realisieren wir hochintegrierte mikrooptische Beleuchtungs- und Detektionskomponenten auf einem intelligenten Einzelchip und on-Chip-Signalverarbeitungen sowie organische Photodioden (OPD) auf einfachen Glassubstraten oder Polymerfolien. Damit können wir verschiedenste Bauelemente von interaktiven optischen Fingerabdrucksensoren bis zu Lab-on-Chip-Modulen mit eingebetteter Mikrofluidik oder Bio- und Umweltüberwachung entwickeln.



**Organische Elektronik**



**IC-Design**

## Dünnschichten

Wir qualifizieren Plasmaprozesse und Elektronenstrahl-Technologien für die industrielle Anwendung und Produktion. Insbesondere entwickeln wir Sputter-, Verdampfungs- und PECVD-Prozesse um mit hohen Beschichtungsraten optische, elektrische, akustisch oder magnetisch wirksame Schichten und Schichtsysteme mit hoher Qualität und geringer Fehlstellenzahl aufzubringen. Zudem finden sich in unserem Portfolio verschiedene Arten von Schicht- und Oberflächenfunktionen. Hierzu zählen die mechanischen Schutzschichten für Magnetköpfe und Sensoren sowie elektrische Isolator-, Barriere- und weitere Schichten für Sensoren (z. B. Gassensoren).



**Organische Elektronik**



**Plasmagestützte Großflächen- und Präzisionsbeschichtung**



**Elektronenstrahl-Technologien**



**Rolle-zu-Rolle-Technologie**

## Elektronenstrahl-Schweißen

Mit unserem Know-How in der Elektronenstrahltechnologie bieten wir die Möglichkeit, Schweißprozesse mit Elektronenstrahl zu entwickeln und durchzuführen. Ein fokussierter Elektronenstrahl führt an der Fügestelle des Werkstücks zum Aufschmelzen des Materials. Die lokale Überhitzung des Schmelzbades durch die hohe Leistungsdichte des Elektronenstrahls erzeugt eine Dampfkapillare und damit die Möglichkeit die Fügestelle sehr lokal bis in große Tiefen aufzuschmelzen. Bei einer spaltfreien Positionierung der Fügestelle sind damit Schweißungen ohne Zusatzwerkstoff mit sehr großen Aspektverhältnissen möglich. Ein im Vergleich zur Schweißnahtdimension geringer Wärmeeintrag erlaubt verzugsarme Schweißungen für hochbelastete und empfindliche Bauteile und kann insbesondere für die Entwicklung von Sensorbauelementen genutzt werden.



**Elektronenstrahl-Technologien**



# Dienstleistungen und Services

## Teststand zur Messung von Gasen in Flüssigkeit



### Sensorlösung

- Neu konzipierter Sensorik-Teststand SensBio
- Kalibrierbarkeit des Systems ermöglicht Erfüllung hoher Anforderungen an Reproduzierbarkeit und Datenerfassung
- Modularer Aufbau ermöglicht Anpassung an zukünftige Entwicklungen
- Messungen von gasförmigen Stoffen (Sauerstoff, Stickstoff, Kohlendioxid, ...) in flüssigen Medien oder wässrigen Lösungen (Wasser < 5 %, Alkohol < 5 %, NaCl < 3 %) möglich
- Trübungen, Suspensionen und Bakterienzahl haben keinen Einfluss auf Messungen

### Unser Angebot

- Grundsätzliche Funktionstests
- Verifizierung von funktionalen Zusammenhängen zwischen Bedingungen und Messwert (Kalibrierung)
- Langzeitstimulationen unter herausfordernden Umweltbedingungen
- Simulation von idealen Laborbedingungen bis hin zu betriebsnahen Bedingungen

## Weitere Dienstleistungen und Services



- Barrieremessungen
- Messung der Isolationsfestigkeit dünner Schichten
- Labordienstleistungen
- Laboranalytik
- Machbarkeits- und Marktstudien
- Simulationen
- Prozessentwicklung
- Geräte- und Systementwicklung
- Prototypen und Demonstratoren
- Charakterisierung und Test
- Pilotfertigung
- Prozesstransfer, Lizenzierung

# Fördergeber

## Wir bedanken uns bei unseren Fördergebern:

- Europäische Union; Horizon 2020 Programm
- Europäische Union; Horizon 2020 Programm; ECSEL Joint Undertaking
- Europäische Union (7<sup>th</sup> Framework Programme FP7)
- Bundesministerium für Bildung und Forschung
- Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
- Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr
- Medizinische Fakultät Carl Gustav Carus, Else Kröner-Fresenius-Zentrum für Digitale Gesundheit
- Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e. V.



Diese Maßnahme wird mitfinanziert durch Steuermittel auf der Grundlage des vom Sächsischen Landtag beschlossenen Haushaltes.

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Bildung  
und Forschung

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Klimaschutz

STAATSMINISTERIUM  
FÜR WIRTSCHAFT  
ARBEIT UND VERKEHR



Freistaat  
SACHSEN



# Kontakt

---

**Fraunhofer-Institut für Organische Elektronik,  
Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP**  
Winterbergstr. 28  
01277 Dresden

## Marketing

Ines Schedwill  
Telefon +49 8823 238  
ines.schedwill@fep.fraunhofer.de

## Wissenschaftlicher Ansprechpartner

Dr. Hagen Bartzsch  
Stationäre Präzisionsbeschichtung  
Telefon +49 351 2586 390  
hagen.bartzsch@fep.fraunhofer.de

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

## Folgen Sie uns!

---



## Wir setzen auf Qualität und die ISO 9001.

---



## Die Herstellung dieses Druck- produkts erfolgte klimaneutral.

---



## Bildnachweis

---

Titel: Claudia Jacquemin  
Amatveev / shutterstock: S. 16  
Fraunhofer FEP: S. 5, 8, 18  
Fraunhofer IKTS: S. 13  
Fraunhofer IWS: S. 12  
Jan Hesse: S. 9  
Jan Hosan: S. 18  
Finn Hoyer: S. 3, 10, 11, 14, 19  
Jürgen Lösel: S. 6, 7  
Anna Schroll: S. 18, 19  
temp-64GTX / shutterstock: S. 17  
Janek Wiczorek: S. 15