



# INHALT

## JAHRESBERICHT 2019 / 20

Vorwort	2
Organigramm	4
Kuratorium	5
Zahlen und Fakten	6

## AUS DER FORSCHUNG

Flache und Flexible Produkte	10
Beschichtung von metall. Platten und Bändern, Energietechnik	12
Entwicklung von Elektronenstrahlsystemen und -technologien	14
Beschichtung und Elektronenstrahlbearbeitung von Bauteilen	16
Präzisionsbeschichtung	18
Flexible Organische Elektronik	20
Mikrodisplays und Sensorik	22
Medizinisch-biotechnologische Applikationen	24
Werkstoffkunde/Analytik	26
Systeme	28

## ANHANG

Die Fraunhofer-Gesellschaft	32
Mitgliedschaften	33
Fraunhofer Verbund Light & Surfaces	34
Namen, Daten und Ereignisse	36
Rückblick	40
Förderprojekte	42
Kontakt	45
Impressum	46

# CONTENT

## ANNUAL REPORT 2019 / 20

Foreword	3
Organizational structure	4
Advisory board	5
Facts and figures	6

## RESEARCH NEWS

Flat and Flexible Products	10
Coating of Metal Sheets and Strips, Energy Technologies	12
Development of Electron Beam Systems and Technologies	14
Coating and Electron Beam Processing of Parts	16
Precision Coating	18
Flexible Organic Electronics	20
Microdisplays and Sensors	22
Medical and Biotechnological Applications	24
Materials Analysis	26
Systems	28

## APPENDIX

The Fraunhofer-Gesellschaft	32
Memberships	33
Fraunhofer Group for Light & Surfaces	34
Names, Dates and Events	36
Highlights	40
Funded projects	42
Contact	45
Imprint	46

Titelfoto:

Erstmalige Erprobung einer Hybridtechnologie zur Entfernung von Feinstaub-Partikeln aus Schiffsdieselsabgasen in der Rigaer Werft.

Title photo:

First testing of a hybrid technology that removes fine particulates from exhaust gases of diesel-powered ships in the Riga shipyard.

**JAHRESBERICHT  
ANNUAL REPORT  
2019/20**

## VORWORT

Werte Partner des Fraunhofer FEP, werte Leserinnen und Leser,

das Jahr 2019 wurde gesellschaftlich stark geprägt durch das Engagement der Jugend für den Klimaschutz. Spätestens seit März 2019 unterstützten auch mehrere Zehntausend Wissenschaftler mit der Vereinigung „Scientists for Future“ die Forderungen zum Schutz des Klimas und der Biosphäre.

An nachhaltigen Produkten, wie biodegradierbarer Elektronik, umweltschonenden Technologien zur emissionsarmen Mobilität oder zur Saatgutbehandlung arbeitet das Fraunhofer FEP nicht erst seit diesem großen öffentlichen Diskurs. Der Fokus all unserer Forschungstätigkeiten liegt neben der Anwendungsorientierung und Industrietauglichkeit seit Jahrzehnten auf energieeffizienten, zukunftsorientierten Lösungen.

Das Titelbild verweist auf einen erfolgreichen Meilenstein im EU-geförderten Projekt ARIES (Accelerator Research and Innovation for European Science and Society): die erstmalige Erprobung einer Hybridtechnologie, die Stick- und Schwefeloxide sowie Feinstaub-Partikel aus Schiffsdieselabgasen entfernt. Dazu wurden im Sommer an einem Schiff in Riga (Lettland) mit unserer Anlage Versuche durchgeführt. Weißer Rauch verdeutlicht den Erfolg der Abgasreinigung durch die Behandlung mit niederenergetischen Elektronen.

Der Bereich Elektronenstrahl erzielte in seiner Abteilung Beschichtung Metall und Energietechnik außerdem Erfolge in der Entwicklung eines nichttoxischen und effizienten Herstellungsprozesses für poröse Siliziumschichten, der es ermöglicht, Batterien mit verbesserter Performance, höherer Ladekapazität und guter Zyklenstabilität herzustellen.

Im Bereich Plasmatechnik wird zunehmend an Verpackungsfolien geforscht, die Aspekten der Nachhaltigkeit gerecht wer-

den. Ein Rahmenvertrag mit einem wichtigen Unternehmen des Verpackungssektors konnte abgeschlossen werden.

Die inzwischen seit über 20 Jahren etablierte Methode zur Behandlung von Saatgut mit beschleunigten Elektronen war auch 2019 ein gefragtes und umweltfreundliches Verfahren, welches ohne chemische Wirkstoffe Krankheitserreger effektiv abtötet. Das auch für den Öko-Landbau zugelassene Verfahren des Fraunhofer FEP wurde weiter optimiert und so konnten die Hersteller Ceravis AG 18.000 Tonnen und BayWa AG 5.000 Tonnen Saatgut behandeln.

Ein Höhepunkt im Bereich Mikrodisplays und Sensorik war die Teilnahme am Mobile World Congress in Barcelona, Spanien, mit der erstmaligen Präsentation eines ultraleichten, stromsparenden und kabellosen Moduls für Datenbrillen, das die einzigartige Optik von LetinAR aus Südkorea mit unserem OLED-Mikrodisplay vereint.

Im Geschäftsfeld Flexible Organische Elektronik wurde das von der EU geförderte Projekt PI-SCALE erfolgreich abgeschlossen und der in diesem Projekt geschaffene OLED-Pilotlinienservice unter dem Namen LYTEUS fortgeführt.

Im November fand erneut die Fachkonferenz „pro flex“ statt. Über 20 internationale Referenten präsentierten die vielfältigen Möglichkeiten von Rolle-zu-Rolle-Technologien für die Folien- und Ultradünnglasbeschichtung.

Wir danken unseren Kunden, Partnern und Zuwendungsgebern für die Unterstützung unseres Institutes sowie für das entgegengebrachte Vertrauen und die Zusammenarbeit!



**Prof. Dr. Volker Kirchhoff**



## FOREWORD

Valued partners and esteemed readers,

Society was strongly influenced in 2019 by the commitment of young people to climate protection. By March 2019, several tens of thousands of scientists with the "Scientists for Future" association have also been supporting demands for climate and biosphere protection.

The Fraunhofer FEP has been working on sustainable products such as biodegradable electronics, environmentally friendly technologies for low-emission mobility, and seed treatment since well before this major public discourse. For decades, all our research activities have been focused on energy-efficient, forward-looking solutions as well as being oriented towards applications and industrial suitability.

The cover illustrates a milestone in the EU-funded project entitled "Accelerator Research and Innovation for European Science and Society" (ARIES): the first testing of a hybrid technology that removes oxides of nitrogen and sulfur as well as fine particulates from the exhaust gases of diesel-powered ships. Tests were carried out in summer on a ship in Riga (Latvia) using our system. The white smoke illustrates the success of exhaust gas scrubbing using low-energy electrons.

The Electron Beam division also achieved successes in its Coating Metal and Energy Technology department with the development of a non-toxic and efficient manufacturing process for porous silicon layers, which makes it possible to produce batteries with improved performance, higher charging capacity, and good charge/discharge cycling stability over time.

In the Plasma Technology division, packaging films are increasingly being researched that meet aspects of sustainability.

A framework agreement has been signed with an important company in the packaging sector.

The method of treating seeds with accelerated electrons, which has been established for over 20 years, was again in demand in 2019. It is an environmentally friendly process that effectively kills pathogens without the use of toxic chemical agents. The Fraunhofer FEP method, which is approved for organic farming as well, was further improved, enabling producers Ceravis AG to treat 18,000 tons of seed and BayWa AG 5,000 tons of seed.

A highlight in the field of microdisplays and sensor technology was the participation of Fraunhofer FEP in the Mobile World Congress in Barcelona, Spain. Together with LetinAR from South Korea, we debuted an ultra-light, power-saving, wireless module for data glasses that combines our OLED microdisplay with their unique optics.

In the Flexible Organic Electronics business unit, the EU-funded "PI-SCALE" project was completed and the OLED pilot-line service created during this project came on-line under the name "LYTEUS".

The "pro flex" conference was held again in November. Over 20 international speakers presented talks on the wide range of options offered by roll-to-roll technologies for film and ultra-thin glass coating.

We would like to thank our customers, partners, and funding agencies for their support of our institute as well as for their trust and collaboration!

**Prof. Dr. Volker Kirchhoff**

# ORGANIGRAMM

## ORGANIZATIONAL STRUCTURE

 <b>Fraunhofer FEP</b> <b>Director</b> Prof. Dr. Volker Kirchhoff <b>Deputy Directors</b> Dr. Nicolas Schiller Dr. Uwe Vogel	<b>Corporate Communications</b> Annett Arnold	<b>Marketing</b> Ines Schedwill	<b>Team Assistance / Library</b> Annett Nedjalkov	<b>Administration</b> Veit Mittag	<b>Materials Analysis</b> Dr. Olaf Zywitzki
	<b>Information Technology</b> Roberto Wenzel	<b>Quality / Knowledge Management</b> Sabine Nolting	<b>Protective Rights / Contracts</b> Jörg Kubusch	<b>Technical Management</b> Gerd Obenaus	
<b>Electron Beam</b> Prof. Dr. Chr. Metzner	<b>Medical and biotechnological Applications</b> Prof. Dr. Volker Kirchhoff	<b>Plasma Technology</b> Dr. Nicolas Schiller	<b>Flexible Organic Electronics</b> Dr. Christian May	<b>Microdisplays and Sensors</b> Dr. Uwe Vogel	<b>Systems</b> Henrik Flaske
<b>Coating and EB Processing of Parts</b> Dr. Benjamin Graffel	<b>Hygienization and Biofunctionalization</b> Dr. Gaby Gotzmann	<b>R2R Technologies</b> Dr. Matthias Fahland	<b>S2S Organic Technology</b> Claudia Keibler-Willner	<b>Organic Microelectronic Devices</b> Bernd Richter	<b>Mechanic Development</b> Henrik Flaske
<b>Coating Metal, Energy Applications and Cleaning</b> Dr. Torsten Kopte	<b>Tissue Banking and Cell Therapy</b> Dr. Ulla König	<b>R2R High-Rate Vacuum Coating</b> Steffen Straach	<b>Organic Cleanroom</b> Carsten Kirmes	<b>Microdisplay Cleanroom</b> Mario Metzner	<b>Electronic Development</b> Rainer Labitzke
<b>Coating Metal and Energy Applications</b> Dr. Torsten Kopte	<b>Biotechnological Processes</b> Dr. Simone Schopf	<b>R2R Sputtering and PECVD</b> Dr. John Fahlteich	<b>R2R Organic Technology</b> Dr. Christian May	<b>IC and System Design</b> Philipp Wartenberg	<b>Cooperation</b> Steffen Kaufmann
<b>Cleaning</b> Frank-Holm Rögner		<b>R2R Wet Coating and Electron Beam Curing</b> Dr. Steffen Günther			<b>Prototyping</b> Stefan Jedrzejak
<b>Customized EB Systems and Technologies</b> Dr. Gösta Mattausch		<b>S2S Technologies and Precision Coating</b> Dr. Manuela Junghähnel			
		<b>S2S Sputtering and PECVD</b> Dr. Kerstin Täschner			
		<b>Dynamic Precision Coating</b> Dr. Daniel Glöß			
		<b>Static Precision Coating</b> Dr. Hagen Bartzsch			



Foto: 30. Kuratoriumssitzung am 14. Mai 2019  
 Photo: 30<sup>th</sup> Advisory Board Meeting on May 14, 2019

# KURATORIUM ADVISORY BOARD

## MITGLIEDER DES KURATORIUMS

### MEMBERS OF THE ADVISORY BOARD

Prof. Dr. Herwig Buchholz	Merck KGaA, Head of Group Corporate Responsibility Kuratoriumsvorsitzender
Dipl.-Ing. Ralf Kretzschmar	Pharmatec GmbH – A Bosch Packaging Technology Company, General Manager Stellvertretender Kuratoriumsvorsitzender
MRin Dr. Annerose Beck	Sächsisches Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst Leitung Referat 43: Bund-Länder-Forschungseinrichtungen
Dr. Gunter Erfurt	Meyer Burger (Germany) AG, Chief Executive Officer
MdL Aline Fiedler	Sächsischer Landtag, CDU-Fraktion (Mitglied des Kuratoriums bis 30.06.2019)
Dr. Bernd Fischer	DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH, Leiter Anlagenbau Teilungen
Prof. Dr.-Ing. habil. Gerald Gerlach	TU Dresden, Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik, Institut für Festkörperelektronik, Direktor
Dr. Leonore Glanz	Robert Bosch GmbH
Dr. Ulrike Helmstedt	Leibniz-Institut für Oberflächenmodifizierung e. V. (Mitglied des Kuratoriums ab 14.05.2019)
Prof. Dr. Markus Holz	ALD Vacuum Technologies GmbH, Vorsitzender der Geschäftsleitung (Mitglied des Kuratoriums bis 30.06.2019)
Dipl.-Ing. Peter G. Nothnagel	Wirtschaftsförderung Sachsen GmbH, Geschäftsführer
Dipl.-Ing. Tino Petsch	3D-Micromac AG, Vorstandsvorsitzender
Prof. Dr. Michaela Schulz-Siegmund	Medizinische Fakultät der Universität Leipzig, Institut für Pharmazie Lehrstuhl für Pharmazeutische Technologie
Dr. Norbert Thyssen	Infineon Technologies Dresden GmbH, Senior Director R&D
Pia von Ardenne-Lichtenberg	VON ARDENNE GmbH, Geschäftsführerin
MR Christoph Zimmer-Conrad	Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr Leitung Referat 36: Industrie

## GÄSTE DES KURATORIUMS

### GUESTS OF THE ADVISORY BOARD

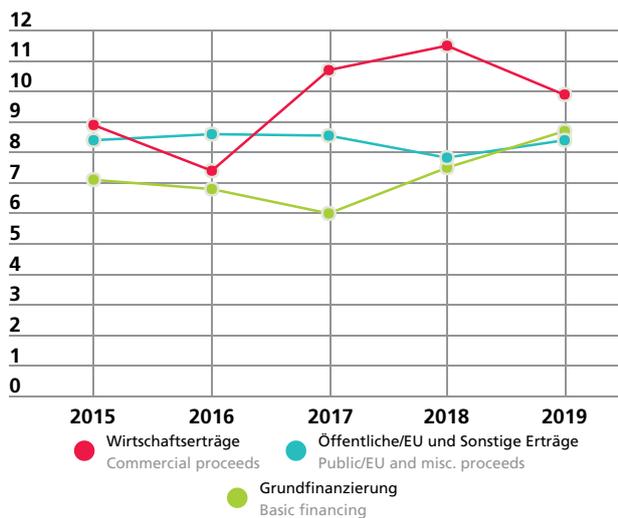
Dr. Ulrich Engel	ehem. Kuratoriumsvorsitzender
Dr. Patrick Hoyer	Fraunhofer-Gesellschaft Institutsbetreuer
Dr. Hans-Ulrich Wiese	Fraunhofer-Gesellschaft Vorstand a. D.

# ZAHLEN UND FAKTEN FACTS AND FIGURES

## FINANZIERUNG

### FINANCING

(in Mio. €)

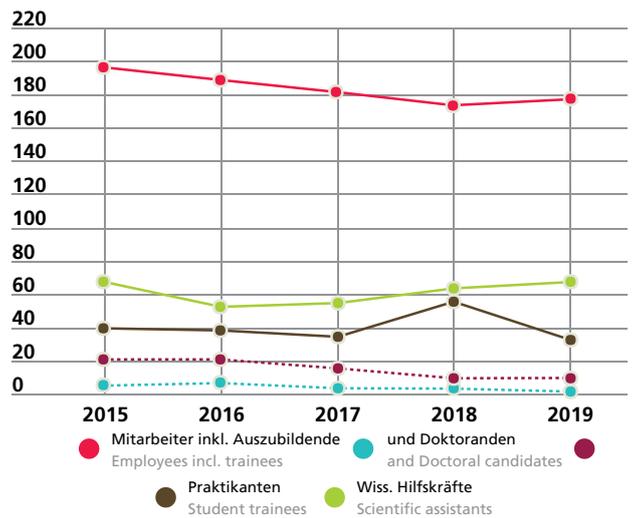


Das Fraunhofer FEP konnte durch direkte Aufträge aus der Industrie 9,9 Mio. € erwirtschaften. Aus öffentlichen Projekten, gefördert von EU, Bund und Ländern, wurden Erträge in Höhe von 7,4 Mio. € erzielt. Davon konnte ein Anteil in Höhe von 2,9 Mio. € durch öffentlich geförderte Projekte gemeinsam mit mittelständigen Unternehmen eingeworben werden. Der Grundfinanzungsverbrauch lag bei 7,7 Mio. €, davon 5,7 Mio. € im Betriebshaushalt.

Fraunhofer FEP was able to bring in 9.9 million € of new business from industry through direct contracts. Proceeds of 7.4 million € were obtained from public projects funded by the federal and state governments. A portion of these, amounting to 2.9 million €, was attracted through joint publicly funded projects with mid-cap companies. The expenditure of institutional capital ran to 7.7 million €, thereof 5.7 million € in the operating budget.

## MITARBEITERENTWICKLUNG

### EMPLOYEE DEVELOPMENT



Im vergangenen Jahr waren 178 Mitarbeitende, davon 2 Auszubildende, und zusätzlich 33 Praktikanten sowie 68 wissenschaftliche Hilfskräfte im Institut tätig. Von den 70 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, die als Wissenschaftler beschäftigt waren, arbeiteten 10 Mitarbeitende zusätzlich an ihren Promotionsthemen. Der Frauenanteil im Wissenschaftsbereich betrug 22 Prozent.

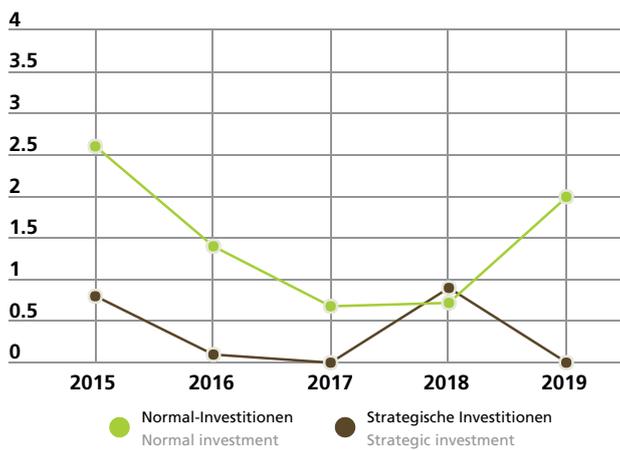
178 staff members were employed at the institute during the past year, of which 2 were trainees, along with 33 student trainees as well as 68 scientific assistants. Of the 70 staff members that were employed as scientists, 10 were additionally working on their doctoral degrees. The proportion of females in the scientific area amounted to 22 percent.



## INVESTITIONSAUFWAND

### INVESTMENT COSTS

(in Mio. €)



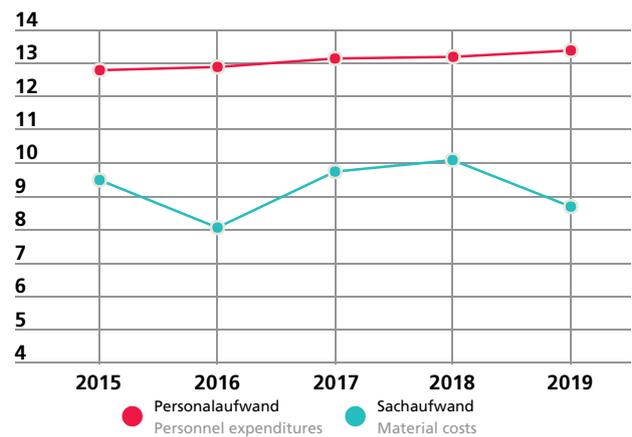
Der Gesamtaufwand aus Betriebs- und Investitionshaushalt betrug 25,0 Mio. €. Im Betrachtungszeitraum wurden 2,0 Mio. € in Gerätetechnik, Bau und Infrastruktur investiert.

Total expenditures from the operating and investment budget amounted to 25.0 million €. 2.0 million € was invested in equipment, construction and infrastructure during the period.

## PERSONAL- UND SACHAUFWAND

### STAFF AND MATERIAL COSTS

(in Mio. €)



Der Anteil der Personalaufwendungen belief sich auf 13,4 Mio. €, dies entspricht 56 Prozent des Betriebshaushalts in Höhe von 24,0 Mio. €. Der Sachaufwand betrug 8,7 Mio. €.

Personnel expenditures totaled 13.4 million €, representing 56 percent of the operating budget (24.0 million €). Material costs amounted to 8.7 million €.



---

# AUS DER FORSCHUNG

---

FLACHE UND FLEXIBLE PRODUKTE

BESCHICHTUNG VON METALLISCHEN PLATTEN UND BÄNDERN, ENERGIETECHNIK

ENTWICKLUNG VON ELEKTRONENSTRAHLSYSTEMEN UND -TECHNOLOGIEN

BESCHICHTUNG UND ELEKTRONENSTRAHLBEARBEITUNG VON BAUTEILEN

PRÄZISIONSBESCHICHTUNG

FLEXIBLE ORGANISCHE ELEKTRONIK

MIKRODISPLAYS UND SENSORIK

MEDIZINISCH-BIOTECHNOLOGISCHE APPLIKATIONEN

WERKSTOFFKUNDE / ANALYTIK

SYSTEME

---

# RESEARCH NEWS

---

FLAT AND FLEXIBLE PRODUCTS

COATING OF METAL SHEETS AND STRIPS, ENERGY TECHNOLOGIES

DEVELOPMENT OF ELECTRON BEAM SYSTEMS AND TECHNOLOGIES

COATING AND ELECTRON BEAM PROCESSING OF PARTS

PRECISION COATING

FLEXIBLE ORGANIC ELECTRONICS

MIKRODISPLAYS AND SENSORS

MEDICAL AND BIOTECHNOLOGICAL APPLICATIONS

MATERIALS ANALYSIS

SYSTEMS



## Flache und Flexible Produkte

„Flache und flexible Produkte“ – das ist eine große Mannigfaltigkeit von Halbzeugen, die in unterschiedlichsten Bereichen Verwendung finden. Unter diesem Begriff sind Kunststofffolien ebenso zu verstehen wie Glasplatten, Membrane oder dünne Metallfolien.

Die Eigenschaften dieser Halbzeuge können durch Aufbringen spezifischer Materialien in vielfältiger Weise beeinflusst werden. Besonders wichtig sind beispielsweise transparente leitfähige Beschichtungen. Diese werden sowohl für die Displaytechnologie als auch für Dünnschicht-Photovoltaikzellen genutzt. Sie sind darüber hinaus auch für die Wärmedämmung von Gebäuden und Fahrzeugen wichtig. Eine ähnlich breite Wirkung kann durch Permeationsspererschichten erreicht werden. Durch solche Materialien kann der Schutz von elektronischen Bauelementen ebenso gewährleistet werden wie die Ertüchtigung von neuen Verpackungsmaterialien für Lebensmittel.

Das Fraunhofer FEP verfügt über eine Vielzahl von Anlagen, mit deren Hilfe unterschiedlichste Beschichtungen erforscht werden können. Grundlegende Materialeigenschaften können ebenso untersucht werden wie die Praktikabilität der Lösungen im Pilotmaßstab. Es kommen hoch entwickelte Technologien zum Einsatz. Diese reichen von produktiven Vakuumverdampfungsverfahren über präzise Festkörper-Zerstäubungsverfahren bis hin zum physikalischen Modifizieren von Oberflächen von Rolle zu Rolle.

Alle Entwicklungsprojekte werden von einem Team hochqualifizierter Mitarbeiter begleitet, die nicht nur die optimale Anpassung der Technologien gewährleisten, sondern ebenso über eine ausgeprägte Expertise zur Modellierung und Charakterisierung der Ergebnisse verfügen.

## Flat and Flexible Products

„Flat and Flexible Products“ covers a huge variety of semi-finished products used in diverse areas. The term includes plastic films as well as plate glass, membranes, and thin metal foils.

The properties of these semi-finished products can be modified in many ways by applying carefully selected materials. Transparent conductive coatings are a particularly important, for example. These are used both for display technology and for thin-film photovoltaic cells. They are also important for thermal insulation of buildings and vehicles. A similarly broad impact can be achieved by permeation barrier layers. These kinds of materials can ensure that electronic components are protected, as well as enhance the performance of new food packaging materials.

The Fraunhofer FEP has a large number of facilities at its disposal. That can be used to realize a huge variety of thin film coatings. Basic material properties can be investigated as well as the transfer of the solutions to a pilot scale. Highly developed technologies are used. These range from productive vacuum evaporation methods to precise sputtering processes and the physical modification of surfaces in roll-to-roll equipment.

All development projects are assigned to a team of highly qualified employees who not only ensure that the technologies are optimally adapted to the project, but also have pronounced expertise in modeling and characterization the results.



## CONTACT

*Dr. Matthias Fahland*

*Phone +49 351 2586 135*

*matthias.fahland@fep.fraunhofer.de*

## Projekt „KODOS“

Im Jahr 2019 startete am Fraunhofer FEP ein Kooperationsprojekt zur Implementierung von flexiblem Dünnglas in photonische Anwendungen. In diesem Projekt (KODOS – Konfektionierter Dünnglas-Verbund für optoelektronische Systeme) arbeiten insgesamt neun Partner an den günstigsten Kombinationen verschiedener Fertigungsschritte mit dem Fokus auf eine kostengünstige und zuverlässige Verarbeitung des Glases.

Das Fraunhofer FEP bringt vor allem seine Kompetenz für Beschichtungsprozesse ein, aber auch Strukturierung, die Laminierung und das Schneiden der Gläser spielen im Projekt eine wichtige Rolle. Ein starker Fokus wird auf der Abscheidung transparenter Elektroden liegen. Bei dieser Technologie kann das Fraunhofer FEP auf Vorarbeiten aufbauen, die speziell für die künftigen Anwendungen weiterentwickelt werden sollen.

Im Ergebnis des Projekts wird das Konsortium einen kompletten Baukasten an Funktionswerkstoffen, Halbzeugen, Werkzeugen und Technologien anbieten können. Es werden Demonstratoren angestrebt, die sowohl im Automobilbau als auch in der allgemeinen Beleuchtung und in der Integration von Dekorelementen angesiedelt sind.



*Gefördert durch das Bundesministerium  
für Bildung und Forschung.  
Förderkennzeichen: 13N14607*

## Project „KODOS“

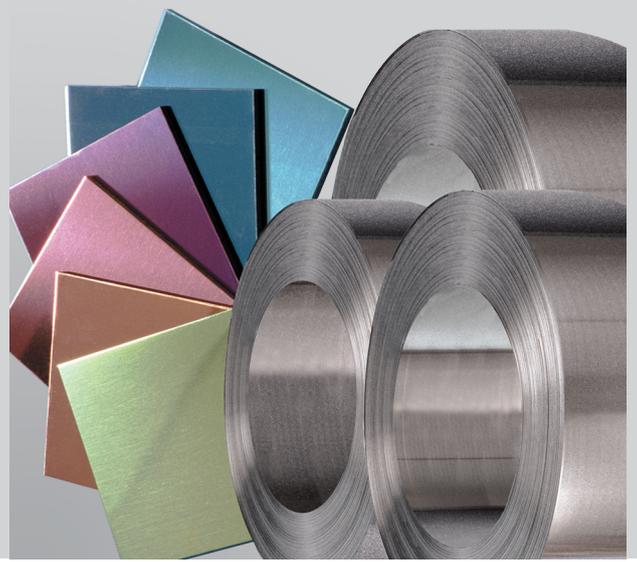
In 2019, the Fraunhofer FEP began a collaborative project for the implementation of thin flexible glass in photonic applications. A total of nine partners in the project KODOS (Assembled Thin Glass Composite for Optoelectronic Systems) are working out the most favorable combinations of different manufacturing steps focusing on cost-effective and reliable processing of the glass.

The Fraunhofer FEP is contributing in particular its expertise in coating processes, but etching, lamination, and parting the glass also play important roles in the project. A strong focus will be on the deposition of transparent electrodes. In the case of this technology, the Fraunhofer FEP will build on preliminary work specifically intended to be developed for future applications.

As a result of the project, the consortium will be able to offer a complete kit of functional materials, semi-finished products, tools, and technologies. Demonstrators are planned for existing applications the automotive industry as well as in general lighting and for integrated decorative elements.



*Funded by the German Federal Ministry  
of Education and Research.  
Funding reference: 13N14607*



## Beschichtung von metallischen Platten und Bändern, Energietechnik

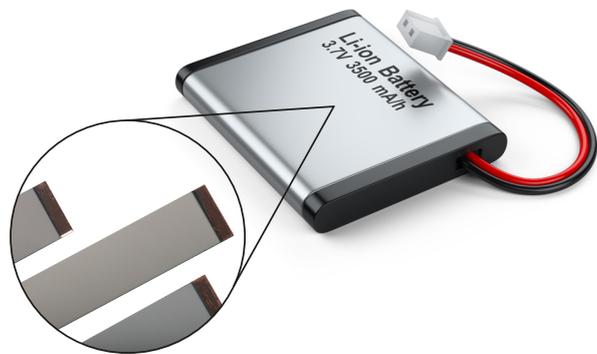
Das Geschäftsfeld umfasst die Vakuumbeschichtung von Platten und metallischen Bändern für die verschiedensten Anwendungen in den Feldern Maschinenbau, Architektur, Verpackung, Transport, Beleuchtung und Umwelt. Korrosionsschutzschichten auf der Basis von Zink oder Zinn stellen hierbei eines unserer klassischen Tätigkeitsfelder im Bereich der Stahlbandbeschichtung dar. Auf dem Gebiet der Energietechnik beschäftigen wir uns ebenfalls mit einer Vielzahl von Themen. Klar im Fokus steht dabei die Photovoltaik. Weitere energietechnische Anwendungsfelder sind der Transport und die Speicherung elektrischer Energie. Wir entwickeln Technologien zur Abscheidung dünner funktionaler Schichten für Hochleistungssolarzellen, verlustarme Kabel oder elektrische Energiespeicher.

Von herausragender Bedeutung sind hierbei komplexe Gesamtlösungen aus einer Hand für unsere Kunden. Im Geschäftsfeld werden überwiegend Vakuum-Bedampfungsprozesse eingesetzt, da für die Beschichtung von Platten und metallischen Bändern meist ein hoher Flächendurchsatz und sehr wirtschaftliche Verfahren mit hoher Abscheiderate gefragt sind. Weitere Vorteile der Vakuum-Bedampfungsprozesse sind eine große Vielfalt abscheidbarer Schichtmaterialien sowie die hohe Umweltverträglichkeit der Verfahren. Zur Verbesserung der Schichteigenschaften wurden spezielle Plasmaaktivierungsverfahren für die Bedampfung entwickelt, die für die Beschichtung großer Flächen mit hoher Abscheiderate angepasst wurden. Als Versuchs- und Pilotanlage steht die Inline-Vakuumbeschichtungsanlage für Platten und Metallbänder „MAXI“ zur Verfügung.

## Coating of Metal Sheets and Strips, Energy Technologies

The business unit comprises the vacuum coating of sheets and metal strips for a wide variety of applications in the fields of mechanical engineering, architecture, packaging, transportation, lighting, and the environment. Corrosion protection coatings based on zinc and tin are one of our classic fields of activity in the area of coating steel strip. We also deal with a wide range of topics in the field of energy technology. The focus here is obviously on photovoltaics. Additional fields of application in energy technology are the transport and storage of electrical energy. We develop technologies for the deposition of thin functional layers for high-performance solar cells, low-loss cables, and electrical-energy storage systems.

It is especially important to our customers in these fields that complex, complete solutions come from one source. Vacuum deposition processes are predominantly used in this business unit, since the coating of metal sheets and strips usually requires high surface-area throughput and very economical processes with a high deposition rate. Further advantages of vacuum deposition processes are the large variety of coating materials that can be deposited and the high environmental compatibility of the processes. To improve the layer properties, special plasma-activation processes for vapor deposition have been developed that have been adapted for coating large surface areas at high deposition rates. The „MAXI“ in-line vacuum coating system for metal sheets and strips is available as an experimental facility and pilot plant.



## CONTACT

Dr. Torsten Kopte

Phone +49 351 2586 120

torsten.kopte@fep.fraunhofer.de

## Projekt „PoSiBat“

Das Projekt „PoSiBat – Hochporöse Silizium-Zink-Beschichtungen für Batterien mit sehr hoher Energiedichte“ konnte im Jahr 2019 sehr erfolgreich abgeschlossen werden. Darin wurden Untersuchungen zur Herstellung von hochporösen Siliziumschichten und zu deren Potenzial für die Fertigung von Lithium-Ionen-Batterien mit hoher Energiedichte vorgenommen. Es wurden Silizium-Zink-Schichten durch Co-Verdampfung abgeschieden. Da Silizium und Zink im festen Zustand nicht mischbar sind, bildet sich während der Kondensation ein „heterogenes Gemenge“ aus nebeneinander vorliegenden Silizium- und Zinkkristalliten. Die Größe und Verteilung der Kristallite lässt sich durch die Wahl der Prozessparameter einstellen. Durch eine Wärmebehandlung im Vakuum wurde die flüchtigere Komponente Zink mittels Sublimation aus der Schichtmatrix herausgetrieben und dadurch poröse Siliziumschichten erzeugt. Elektrochemische Untersuchungen im Halbzell- bzw. Vollzell-Setup am Fraunhofer IWS zeigten initiale Ladekapazitäten von über 3000 mAh/gSi und eine vergleichsweise gute Zyklenstabilität. Im Projekt wurde zudem ein Konzept entwickelt, um die neuen Technologien auf einen Produktionsprozess aufzuskalieren.

## Project „PoSiBat“

The project entitled “Highly porous silicon-zinc coatings for batteries with very high energy density” (PoSiBat) was completed with great success in 2019. It involved investigations into the creation of highly porous silicon layers and their potential for manufacturing lithium-ion batteries with high energy density. Silicon-zinc layers were deposited by co-evaporation. Since silicon and zinc are immiscible in the solid state, a heterogeneous mixture of side-by-side silicon and zinc crystallites is formed during condensation. The size and distribution of the crystallites can be adjusted through the choice of process parameters. Zinc as the more volatile component was driven out of the layer matrix by means of sublimation using heat treatment in vacuum, thus creating porous silicon layers. Electrochemical studies in both the half-cell and full-cell configurations at the Fraunhofer Institute for Material and Beam Technology IWS showed initial charging capacities of more than 3000 mAh/gSi and comparatively good charge/discharge cycling stability over time. In addition, a design was also developed in the project for scaling the new technologies up for commercial production.

Europa fördert Sachsen.  
**EFRE**  
 Europäischer Fonds für regionale Entwicklung

Gefördert aus Mitteln der Europäischen Union und des Freistaates Sachsen.  
 Förderkennzeichen: 100275833



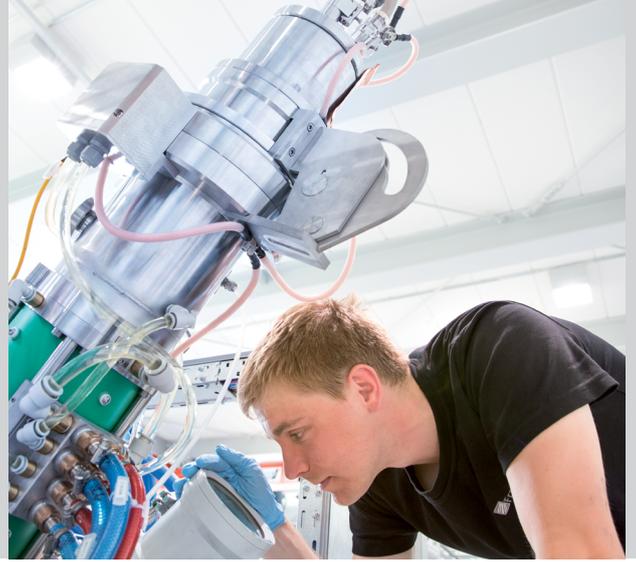
Gefördert aus Mitteln der Europäischen Union

Europe funds Saxony.  
**EFRE**  
 European Regional Development Fund

Funded by the European Union and the Free State of Saxony.  
 Funding reference: 100275833



European Union



## Entwicklung von Elektronenstrahlsystemen und -technologien

Elektronenstrahlen sind äußerst leistungsfähige und vielseitige Werkzeuge. Die Fülle ihrer physikalischen, chemischen und biologischen Wirkungen, gepaart mit hoher energetischer Effizienz, exzellenter Präzision und herausragender technologischer Flexibilität, sichert ihnen seit Jahrzehnten und auch künftig einen festen Platz in der Materialbearbeitung, Oberflächenveredlung, medizinischen wie technischen Bildgebung und Analytik.

Thermische Prozesse, die auf der intensiven Erwärmung von Festkörpern bei konzentriertem Energieeintrag durch Elektronen basieren, können zum Schweißen, Härten, Mikrostrukturieren und Verdampfen (mit den höchsten technischen erzielbaren Raten) eingesetzt werden. In nicht-thermischen Elektronenstrahl-Prozessen werden chemische und biologische Wirkungen erzielt und kontrolliert genutzt. Polymere und Lacke können gehärtet werden, Materialien mit chemischen Gruppen funktionalisiert und dadurch mit völlig neuen Oberflächeneigenschaften versehen werden. Weitere Anwendungen der Elektronenstrahltechnologie basieren auf antimikrobiellen und fungiziden Wirkungen. So lassen sich nicht nur chemische Schadstoffe, sondern auch Krankheitserreger in Abwässern und Abgasen effizient neutralisieren. Die chemiefreie Desinfektion von Saatgut ist ein weiteres markantes Beispiel mit hoher ökologischer Relevanz. Es lassen sich aber auch Medizinprodukte, wie Werkzeuge, Verpackungen und Implantate, sterilisieren oder biologisch vorteilhaft funktionalisieren.

In diesem breitgefächerten Geschäftsfeld entwickeln wir sowohl Elektronenstrahl-Quellen als auch deren für unterschiedliche Kundenanforderungen und Aufgaben optimierten Steuerungs- und Versorgungssysteme, qualifizieren aber auch neue Elektronenstrahl-Prozesse für innovative Anwendungen in Forschung und Produktion. Ziel sind anwendungsbereite Gesamtlösungen für unsere Kunden – Technologien und Systeme aus einer Hand.

## Development of Customized Electron Beam Systems and Technologies

Electron beams are extremely powerful and versatile tools. The wealth of their physical, chemical and biological effects, hand in hand with high energy efficiency, excellent precision and outstanding technological flexibility, have ensured them a firm place in materials processing, surface refining, medical as well as technical imaging and analysis for decades and will continue to do so in the future.

Thermal processes based on the intensive heating of solids with concentrated energy input by electrons can be used for welding, hardening, microstructuring and evaporation (with the highest technically achievable rates). In non-thermal electron beam processes, chemical and biological effects are achieved and used in a controlled manner. Polymers and lacquers can be hardened, materials can be functionalized with chemical groups and thus be provided with completely new surface properties. Further applications of electron beam technology are based on antimicrobial and fungicidal effects. Thus not only chemical pollutants but also pathogens in waste water and exhaust gases can be efficiently neutralized. The chemical-free disinfection of seeds is another striking example with high ecological relevance. However, medical products such as tools, packaging and implants can also be sterilized or disinfected or even biologically advantageously functionalized.

In this broadly diversified business field we develop electron beam sources as well as their control and supply systems optimized for different customer requirements and tasks, but also qualify new electron beam processes for innovative applications in research and production. The aim is to provide our customers with application-ready integrated solutions – technologies and systems from a single source.



## CONTACT

Dr. Gösta Mattausch

Phone +49 351 2586 202

goesta.mattausch@fep.fraunhofer.de

## Projekt „ARIES“

„ARIES“ steht für „Accelerator Research and Innovation for European Science and Society“ und bezeichnet ein Netzwerk von 42 europäischen Forschungseinrichtungen, die unter dem Dach des EU-Programms HORIZON 2020 und koordiniert von der Europäischen Organisation für Kernforschung CERN in mehreren Projektteams daran arbeiten, das Innovations- und Anwendungspotential von Teilchenbeschleunigern auszuloten und zu erweitern.

In diesem Rahmen wurde im Sommer 2019 unter Leitung der Technischen Universität Riga mit einem Feldversuch in der Rigaer Werft nachgewiesen, dass sich die hochgradig mit Schadstoffen (hauptsächlich Schwefel- und Stickoxiden sowie Feinstaub und teilverbrannten Kohlenwasserstoffen) belasteten Abgase von Schiffsdieselmotoren durch eine Kombination von Elektronenstrahlbehandlung bei Atmosphärendruck und anschließender nasschemischer Gaswäsche fast vollständig reinigen lassen. Diese neuartige Hybridtechnologie wurde vom Institut für Radiochemie (INCT) Warschau entwickelt und nun unter Einsatz einer für diese Anwendung speziell modifizierten mobilen Elektronenbehandlungsanlage des Fraunhofer FEP erstmals auch großtechnisch demonstriert. Als Elektronenquellen kamen zwei Niederenergie-Bandstrahler zum Einsatz, zwischen denen die Abgase eines Schleppbootes hindurchgeleitet und dabei die Schadstoffe mit hoher Energieeffizienz in wasserlösliche Verbindungen umgewandelt wurden. Das Verfahren soll in Folgeprojekten aufskaliert und in einer realen Schiffsumgebung erprobt werden.



*Gefördert durch das Horizon 2020  
Forschungs- und Innovationsprogramm  
der Europäischen Union.  
Förderkennzeichen: 730871*

## Project „ARIES“

„ARIES“ stands for „Accelerator Research and Innovation for European Science and Society“ and refers to a network of 42 European research institutions which, under the umbrella of the EU program HORIZON 2020 and coordinated by the European Organization for Nuclear Research CERN, are working in several project teams to explore and expand the innovation and application potentials of particle accelerators.

Within this framework, a field test conducted in the summer of 2019 at the Riga Shipyard under the leadership of the Technical University of Riga demonstrated that the exhaust gases from ship diesel engines, which are highly contaminated with pollutants (mainly sulphur and nitrogen oxides as well as particulate matter and partially burnt hydrocarbons), can be almost completely cleaned by a combination of electron beam treatment at atmospheric pressure and subsequent wet chemical gas scrubbing. This novel hybrid technology was developed by the Institute of Nuclear Chemistry and Technology Warsaw and has now been demonstrated for the first time on a large scale using a mobile electron treatment plant specially modified for this application by the Fraunhofer FEP. The electron sources used were two low-energy linear-type accelerators between which the exhaust gases of a tugboat were passed, converting the pollutants into water-soluble compounds with high energy efficiency. The process shall be scaled up in subsequent projects and tested in a real ship environment.



*Funded by the Horizon 2020  
Research and Innovation Programme  
of the European Union.  
Funding reference: 730871*



## Beschichtung und Elektronenstrahlbearbeitung von Bauteilen

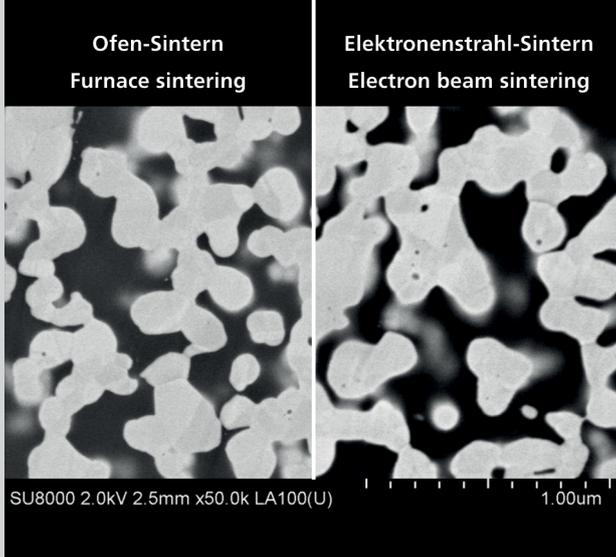
Beschichtete Komponenten sind in vielfältigen Anwendungen zu finden. Eine lange Tradition hat die PVD-Beschichtung von Werkzeugen und Maschinenbauteilen mit reibungs- und verschleißmindernden Schichten. In Anwendungen der Gebrauchsgüterindustrie sowie der Energie- und Medizintechnik sind Schichten mit spezifischen optischen Eigenschaften, Biokompatibilität sowie Kratz- und Abriebbeständigkeit erforderlich – häufig auch in Kombination. Von Interesse sind zudem Schichten mit Barrierefunktion (elektrische Isolation, Korrosionsschutz, Behinderung der Permeation). Hierbei werden hohe Anforderungen an die Schicht- und Prozessentwicklung gestellt, wobei stets verschiedene Randbedingungen zu berücksichtigen sind, wie die thermische Belastbarkeit der Substrate oder die komplexe Struktur und große Rauheit additiv gefertigter Teile. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Beschichtung von Kleinteilen als Schüttgut, z. B. für den Korrosionsschutz höchstfester Fügeelemente für den automobilen Leicht- und Mischbau.

Neben dem etablierten Magnetronsputtern werden am Fraunhofer FEP das Puls-Magnetron-Sputtern sowie die plasmaaktivierte (chemische) Dampfabscheidung und Hochrate-Elektronenstrahlverdampfung eingesetzt. Der Elektronenstrahl wird darüber hinaus vielfältig zur Bearbeitung der Bauteiloberflächen genutzt, z. B. zum Härten hoch beanspruchter Maschinenteile, zum Glätten rauer Oberflächen oder zur Strukturierung, wofür die schnelle Strahlablenkung die wesentliche Grundvoraussetzung ist. Auch das präzise (Mikro-) Schweißen bspw. von Sensoren in Automobilbau und Luftfahrt stellt eine wichtige Anwendung dar.

## Coating and Electron Beam Processing of Parts

Coated parts can be found in many different applications. PVD coating of tools and machine components with friction and wear-reducing layers has a long tradition. Applications in the consumer goods industry as well as in energy and medical technology require coatings with specific optical properties, biological compatibility, as well as scratch and abrasion resistance – often in combination. Functional barrier coatings (such as electrical insulation, corrosion protection, and permeation inhibition) are also important. Here, stringent demands are placed on the development of both the coating and the coating process. Various boundary conditions must always be taken into account, such as the thermal load capacity of the substrates, the complexity of the structure, and the high degree of roughness of additively manufactured parts. A further focus is the coating of small parts in bulk, such as for corrosion protection of high-strength joining elements used in lightweight and hybrid automotive manufacturing.

In addition to its established magnetron sputtering process, the Fraunhofer FEP uses pulse magnetron sputtering, plasma-activated (chemical) vapor deposition, as well as high-rate electron beam evaporation. Moreover, the electron beam is also used in many different ways to modify the surfaces of parts, such as for hardening highly stressed machine parts, for smoothing rough surfaces, and for patterning – for which fast beam deflection is the essential fundamental requirement. Precision micro-welding of sensors in automotive and aerospace industries, for example, is also an important application.



## CONTACT

Dr. Benjamin Graffel

Phone +49 351 2586 212

[benjamin.graffel@fep.fraunhofer.de](mailto:benjamin.graffel@fep.fraunhofer.de)

## Innovativer Verschleißschutz und neuer Sinterprozess für gedruckte Kontakte

Titanaluminiumnitrid-Schichten werden wegen ihrer hohen Härte und Oxidationsbeständigkeit als Verschleißschutz auf Schneidwerkzeugen genutzt. Die Schichten weisen typischerweise ein Al:Ti-Verhältnis  $< 2:1$  auf. Im Projekt „AlTiNTec – Untersuchung von Technologien zur Abscheidung von verschleißmindernden aluminiumreichen TiAlN-Schichten“ wurde das Verhältnis weiter erhöht, was zu einer Gefügeänderung führt. Es wurde nachgewiesen, dass mittels Magnetronspütern Schichtstapel mit zunehmendem Al:Ti-Verhältnis  $> 3:1$  abscheidbar sind. Durch Ausbildung einer harten Unterschicht (40 GPa) und einer weicheren Deckschicht zeigen sie ein sehr gutes Schneidverhalten.

Im Projekt „Neo-Sol – Neue technologische Schritte für Hocheffizienz-Solarzellen“ wurde ein neuer Sinterprozess an gedruckten elektrischen Kontakten auf Heterojunction-Solarzellen untersucht: Um geringe Widerstände und hohe Wirkungsgrade zu erreichen, werden die Kontakte nach dem Druck gewöhnlich im Ofen gesintert. Die Solarzellen dürfen dabei jedoch nur auf 200 °C erhitzt werden. Daher wurde der Elektronenstrahl genutzt, um lokal selektiv die gedruckten Kontakte zu versintern, ohne die Zellen zu erwärmen. Es wurde gezeigt, dass bei üblichen Druckpasten ein zum Ofensintern äquivalentes Ergebnis in kürzerer Zeit erzielbar ist.

## Innovative wear protection and new sintering process for printed electrodes

Titanium aluminum nitride coatings are used as wear protection on cutting tools because of their hardness and oxidation resistance. The coatings typically have an Al:Ti ratio  $< 2:1$ . In the project entitled „Investigation of technologies for the deposition of wear-reducing aluminum-rich TiAlN coatings“ (AlTiNTec), the ratio was increased further, which leads to a change in the microstructure. It was demonstrated that layer stacks with an increasing Al:Ti ratio  $> 3:1$  can be deposited by means of magnetron sputtering. By forming a hard underlayer (40 GPa) and a softer top layer, they exhibit excellent cutting behaviour.

In the “New technological steps for high-efficiency solar cells” project (Neo-Sol), a new sintering process for printed electrical contacts on heterojunction solar cells was investigated. To achieve low electrical resistance as well as high efficiency, these electrodes are usually sintered in a furnace after printing. However, the solar cells may only be heated to a maximum of 200°C. Therefore, the electron beam was used to selectively sinter the printed contacts locally without heating the cells. Using conventional printing pastes, it could be shown that a result equivalent to sintering in a furnace can be achieved in a shorter time.

Europa fördert Sachsen.  
**EFRE**  
Europäischer Fonds für regionale Entwicklung



Gefördert aus Mitteln der Europäischen Union

Gefördert aus Mitteln der Europäischen Union und des Freistaates Sachsen.

Förderkennzeichen: 100297970/3103 und 100272565/3355

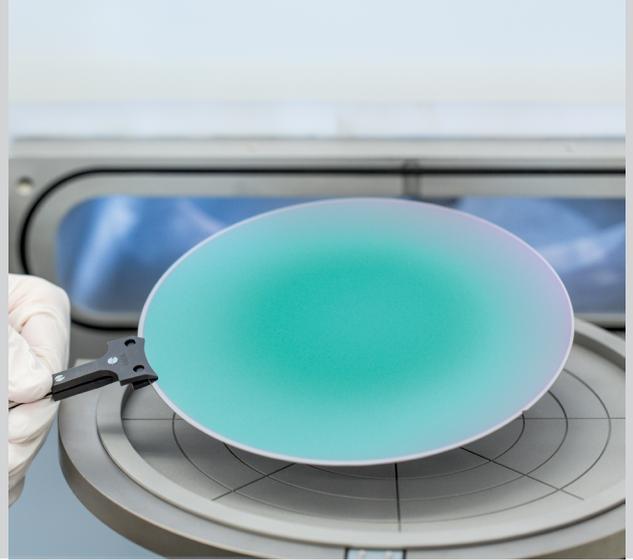
Europe funds Saxony.  
**EFRE**  
European Regional Development Fund



European Union

Funded by the European Union and the Free State of Saxony.

Funding reference: 100297970/3103 and 100272565/3355



## Präzisionsbeschichtung

Der Fokus unserer Technologieentwicklung liegt auf dem reaktiven Puls-Magnetron-Sputtern (PMS), das die Abscheidung von Verbindungsschichten sehr guter Qualität mit hoher Beschichtungsrate erlaubt. Präzision gefragt ist hier zum einen hinsichtlich einer sehr guten (bis zu  $\pm 0,5\%$ ) Homogenität der Schichtdicke über das Substrat, die in der stationären Beschichtung bis zu einem Substratdurchmesser von 200 mm und in der dynamischen Beschichtung bis zur Substratgröße 500 × 650 mm erzielt wird. Präzision bedeutet darüber hinaus die präzise und reproduzierbare Einstellung von mechanischen, optischen, elektronischen und weiteren Schichteigenschaften. So entwickelt das Fraunhofer FEP Technologien, mit denen der Energieeintrag in die wachsenden Schichten gesteuert und bisher nicht zugängliche Schichteigenschaften bzw. Eigenschaftskombinationen eingestellt werden – bei gleichzeitig hoher Beschichtungsrate. Die eigene Entwicklung von Schlüsselkomponenten wie Magnetrons, gepulster Energieeinspeisung, Gasregelung und Prozesssteuerung ermöglicht dabei eine Technik und Technologie „aus einem Guss“.

Anwendungsbeispiele sind:

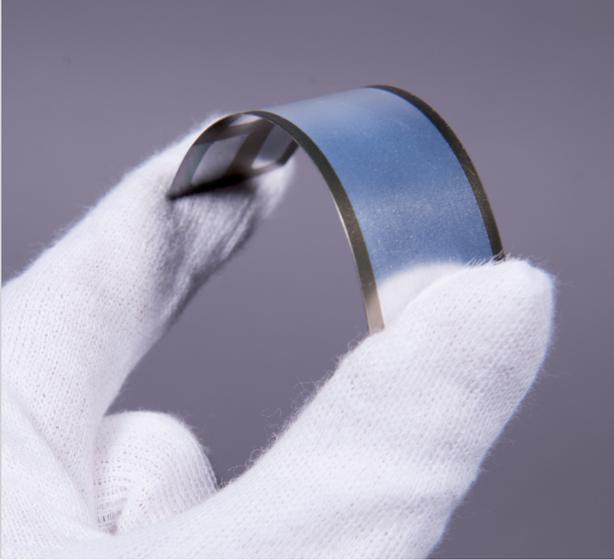
- Optische Interferenzschichtsysteme, auch lateral bzw. vertikal gradiert
- Piezoelektrische Schichten für Mikrosysteme (MEMS), Hochfrequenzfilter (BAW), Ultraschallmikroskopie sowie Mikroenergiegewinnung
- Elektrische Isolationsschichten für Sensoren (u. a. bauteilintegriert), Elektronik, Photovoltaik
- Passivierungs-, Schutz- und Barrierschichten für Sensorik und Elektronik
- $\text{TiO}_2$ -Schichten mit photokatalytischen, antimikrobiellen und superhydrophilen Eigenschaften

## Precision Coating

The focus of our technology development work is on reactive pulse magnetron sputtering (PMS) that facilitates deposition of high-quality layers of various compounds at high coating rates. Precision to us means excellent homogeneity of layer thickness over the entire substrate (variation as low as  $\pm 0.5\%$ ), which we achieve when coating stationary substrate diameters of up to 200 mm, and for dynamic substrate dimensions of up to 500 mm × 650 mm. Moreover, precision also means precisely reproducible coatings, including mechanical, optical, electronic, and other properties. The Fraunhofer FEP develops technologies to control the energy flux fed into the growing layers, and thereby control and adjust previously inaccessible properties or even combinations of properties simultaneously – at high coating rates. In-house development of key components such as magnetrons, pulsed power supply, gas regulation, and process control provides engineering and technology from a single source.

Examples of applications include:

- Optical interference coating systems with lateral or vertical gradients
- Piezoelectric layers for micro-electromechanical systems (MEMS), bulk acoustic wave filters (BAW), ultrasonic microscopy, and micro-energy harvesting
- Electrical insulation layers for sensors (including component integrated sensors), electronics, and photovoltaics
- Passivation, barrier, and protective layers for sensors and electronics
- $\text{TiO}_2$  layers with photocatalytic, antimicrobial, and super hydrophilic properties



## CONTACT

Dr. Hagen Bartzsch

Phone +49 351 2586 390

hagen.bartzsch@fep.fraunhofer.de

## Projekt „TASG“

Im 2019 gestarteten Projekt TASG („Tragbare, autarke und kompakte Strom-Generatoren“) arbeitet das Fraunhofer FEP an piezoelektrischen Dünnschichten für die Mikroenergiegewinnung, die es beispielsweise ermöglichen soll, Sensoren energieautark zu betreiben. Im Zentrum der Entwicklung steht dabei die Sputter-Abscheidung der piezoelektrisch wirksamen Schichten Aluminiumnitrid (AlN) und Scandium-dotiertes AlN. Eine Herausforderung ist die gleichzeitige Gewährleistung eines hohen piezoelektrischen Koeffizienten, sehr guter elektrischer Isolation und guter Haftung auf technischen Substraten wie Edelstahl bei starker Biegebeanspruchung. Der Dünnschichtansatz soll dabei zum einen deutlich niedrigere Kosten im Vergleich zu konventionellen Bulk-Keramik-Wandlern und zum anderen die Bleifreiheit der Komponenten gewährleisten. Projektpartner sind das Fraunhofer IIS, sowie die Firmen Wälzlagertechnik GmbH, H+E Produktentwicklung GmbH und dresden elektronik ingenieurtechnik GmbH.

## Project „TASG“

In the “Portable, self-sufficient and compact power generators” project (TASG) launched in 2019, the Fraunhofer FEP is working on piezoelectric thin films for micro-energy harvesting. These will provide sensors with an autarkic energy source for self-sufficient operation, for example. The focus of the development is on sputter deposition of piezoelectric layers comprising aluminum nitride (AlN) and Scandium-doped AlN. It is challenging to simultaneously achieve of a high piezoelectric coefficient, excellent electrical insulation, and good adhesion to lifelike substrates such as stainless steel under high bending stresses. The thin-film approach should provide significantly lower costs compared to conventional bulk ceramic transducers, as well as providing lead-free components. Project partners are the Fraunhofer IIS, Wälzlagertechnik GmbH, H+E Produktentwicklung GmbH, and dresden elektronik ingenieurtechnik GmbH.

Europa fördert Sachsen.  
**EFRE**  
Europäischer Fonds für  
regionale Entwicklung

*Gefördert aus Mitteln der Europäischen  
Union und des Freistaates Sachsen.  
Förderkennzeichen: 100347675*



Gefördert aus Mitteln  
der Europäischen Union

Europe funds Saxony.  
**EFRE**  
European Regional  
Development Fund

*Funded by the European Union  
and the Free State of Saxony.  
Funding reference: 100347675*



European Union



## Flexible Organische Elektronik

Technologien, Prozesse und Applikationen für Bauelemente mit organischen Halbleitern stehen im Fokus der Entwicklungsarbeiten. Für kundenspezifische Forschungsprojekte zu OLED-basierten Beleuchtungslösungen bietet das Geschäftsfeld ein umfassendes Leistungsangebot entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Weitere Arbeiten beschäftigen sich mit organischen Photodioden, organischen und Perovskit-Solarzellen sowie organischen Feldeffekttransistoren.

Es stehen dazu verschiedene Beschichtungstechnologien, wie die Vakuumverdampfung, die Atomlagenabscheidung (ALD), genauso wie Druck- und Laminationsverfahren zur Verfügung. Die Entwicklung findet sowohl mit Einzelsubstraten als auch in Rolle-zu-Rolle statt. Typische Entwicklungsaufgaben betreffen u. a. das kundenspezifische Layout und die Herstellung von OLED-Demonstratoren zur Erschließung neuer Anwendungsfelder, aber auch die Evaluierung von Materialien und Prozessen.

Im Jahr 2019 konnten umfangreiche anlagentechnische Verbesserungen für die Rolle-zu-Rolle-Linie realisiert werden, wie z. B. die Umrüstung der Wickeltechnik der Vakuumbeschichtungsanlage, die jetzt in der Lage ist ultradünnes flexibles Glas ohne Trägerfolie zu beschichten. Mit dem erfolgreichen Abschluss des EU-geförderten Projekts PI-SCALE steht der Open-Access-Pilotlinienservice LYTEUS unter Führung des Fraunhofer FEP in Kooperation mit den Partnern Holst Centre (Niederlande), VTT (Finnland) und CPI (Großbritannien) zur Verfügung.

Mit dem Abschluss des Fraunhofer-geförderten Projekts bioElektron konnte das Fraunhofer FEP seine Kompetenz auf dem Gebiet der biologisch abbaubaren Elektronik eindrucksvoll demonstrieren. Für Projekte mit dem Fokus auf Nachhaltigkeit und vor allem einer grünen Elektronik steht das Fraunhofer FEP als attraktiver Partner zur Verfügung.

## Flexible Organic Electronics

Organic semiconductor technologies, processes, and applications for components are the focus of our development work. The business unit offers a comprehensive range of services along the entire value chain for customer-specific research projects on OLED-based lighting solutions. Further work is concerned with organic photodiodes, organic and perovskite solar cells, as well as organic field-effect transistors.

Various coating technologies are available, such as vacuum evaporation, atomic layer deposition (ALD), as well as printing and lamination processes. Development takes place using individual substrates as well as roll-to-roll technology. Typical development tasks include the customer-specific layout and production of OLED demonstrators to open up new fields of application, but also the evaluation of materials and processes.

In 2019, extensive system engineering improvements were achieved in the roll-to-roll line, such as conversion of the winding technology for the vacuum coating system, which is now capable of coating ultra-thin flexible glass without needing a substrate carrier film.

With the successful completion of the EU-funded "PI-SCALE" project, the LYTEUS open-access pilot-line service is now available under the leadership of the Fraunhofer FEP in cooperation with the Holst Centre (the Netherlands), VTT (Finland), and CPI (Great Britain).

Furthermore, the Fraunhofer FEP has been able to impressively demonstrate its expertise in the field of biodegradable electronics with the completion of the "bioElektron" project funded by the Fraunhofer-Gesellschaft. The Fraunhofer FEP is available to partner on projects focusing on sustainability and especially on green electronics.



## CONTACT

*Dr. Christian May*

*Phone +49 351 2586 220*

*christian.may@fep.fraunhofer.de*

## Projekt „SmartEEs“

Das EU-geförderte Projekt SmartEEs arbeitet am Aufbau eines europäischen Innovationsnetzwerks, das sowohl den Zugang zu Kompetenzen als auch die Unterstützung der Unternehmen bei der Übernahme von Innovationen und bis zur Kommerzialisierung unterstützt. Als Plattform dafür wurde ein Digital Innovation Hub (DIH) geschaffen. Dieses Ökosystem besteht aus den Technologiedienstleistungen der Technologieanbieter, die mit Dienstleistungen aus den Bereichen Produktentwicklung, Business Support und Finanzierungsunterstützung verknüpft sind.

In SmartEEs wurden 3 der insgesamt 20 Anwendungsprojekte durch das Fraunhofer FEP realisiert. Sie beschäftigen sich mit der Integration der OLED in Holzstrukturen (Projektpartner WOODOO und 3DMA) und mit der Kombination von OLED und LED für das Human Centric Lighting (Projektpartner ESYST).

Auch nach dem Auslaufen von SmartEEs wird interessierten Firmen dieses attraktive Instrument zum Transfer von Forschungsergebnissen in industrielle Prototypen und eine spätere Fertigung mit dem Anschlussprojekt SmartEEs2 ab 2020 weiterhin zur Verfügung stehen.

Das SmartEEs-Projekt wurde im Rahmen der Fördervereinbarung Nr. 761496 aus dem Forschungs- und Innovationsprogramm Horizon 2020 der Europäischen Union finanziert.

[www.smartees.eu](http://www.smartees.eu)



*Gefördert durch das Horizon 2020  
Forschungs- und Innovationsprogramm  
der Europäischen Union.  
Förderkennzeichen: 761496*

## Project „SmartEEs“

The EU-funded “SmartEEs” project is working towards the establishment of a European innovation network that provides access to expertise, support for initially transferring innovative technology to companies, as well as for bringing it to commercial readiness. A Digital Innovation Hub (DIH) was created as a platform for this. This ecosystem consists of the technology services offered by technology providers, which are linked to services in the areas of product development, business support, and financial support.

3 of the 20 EU SmartEEs application projects were carried out by the Fraunhofer FEP. They dealt with the integration of OLEDs in wooden structures (project partners Woodoo SAS France and 3DMA) and with the combination of OLEDs and LEDs for human-centric lighting (project partner ESYST).

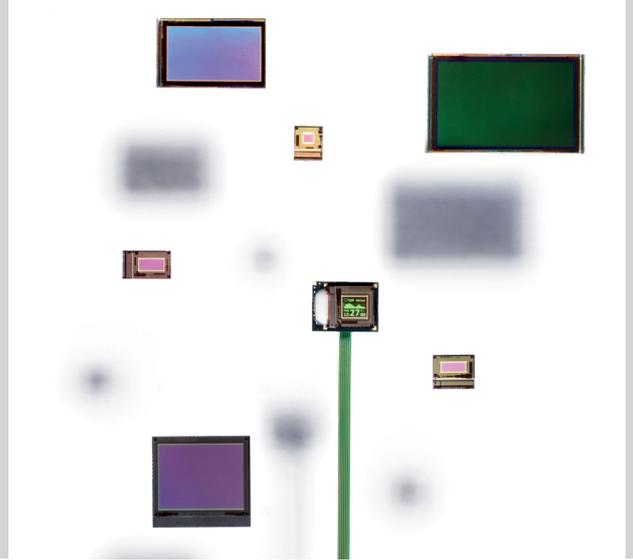
Though SmartEEs has expired, this attractive instrument for transferring research results into industrial prototypes as well as into commercial production will continue to be available to interested companies via the subsequent “SmartEEs2” program beginning in 2020.

SmartEEs was funded under the terms of grant agreement no. 761496 from the Horizon 2020 Framework Programme for Research and Innovation of the European Union.

[www.smartees.eu](http://www.smartees.eu)



*Funded by the Horizon 2020  
Research and Innovation Programme  
of the European Union.  
Funding reference: 761496*



## Mikrodisplays und Sensorik

Das Geschäftsfeld „Mikrodisplays und Sensorik“ bietet seinen Kunden Forschungs-, Entwicklungs- und Dienstleistungsprojekte auf den Gebieten der Technologie- und Systemintegration für Bauelemente basierend auf organischen und anorganischen Halbleitern (z. B. organische Leuchtdioden (OLED), Photodetektoren,  $\mu$ LED) die in Silizium- und MEMS-Untergründe integriert werden. Dabei wird vom CMOS-IC-Design (Backplane), Backplane-Wafer-Bezug, über die Definition und Herstellung der Frontplane (z. B. Emitter-, Absorber) bis zur Systemintegration das gesamte Produktentwicklungsspektrum für verschiedene Anwendungen abgedeckt. Die aktuell wichtigste Technologie ist OLED-auf-Silizium, welches die Basis für OLED-Mikrodisplays bildet. Für „Sensorik“-Anwendungen wird diese u. a. mit zusätzlichen sensorischen Komponenten ergänzt (z. B. material- und ionen-selektive Farbstoffe), um daraus z. B. pH-, Sauerstoff- oder Kohlendioxid-Konzentrationen in Gasen oder Flüssigkeiten bestimmen zu können.

Obgleich wir auf Bauelemente und deren Fertigungstechnologien fokussieren, bleibt die Kenntnis der Systemintegration (z. B. Datenbrille) sowie Applikationen (z. B. Logistik) von entscheidender Bedeutung zur vorausschauenden Entwicklung innovativer Eigenschaften (z. B. Helligkeit, Farbraum, Lebensdauer, Auflösung, Schaltgeschwindigkeiten, spektrale Empfindlichkeit). Dieses Verständnis bildet die Grundlage der Kooperation mit Anwendern, Systemintegratoren und Zulieferern (z. B. Silicon Foundries).

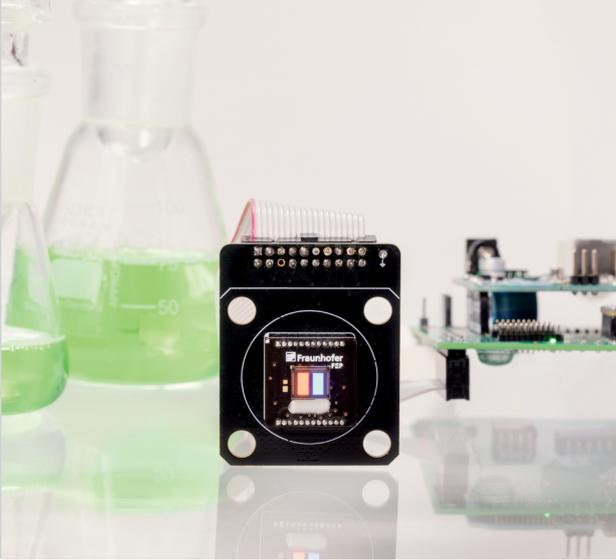
Das Geschäftsfeld greift vor allem auf die Kernkompetenzen „Organische Elektronik“ sowie „IC-Design“ zurück.

## Microdisplays and Sensors

The business unit „Microdisplays and Sensors“ is offering research, development and service projects addressing technology and system integration for components based on organic and inorganic semiconductors, such as organic light emitting diodes (OLED), photodetectors,  $\mu$ LED, that are integrated into silicon and MEMS backplanes. Therefore we cover the entire chain from CMOS-IC design (backplane), wafer supply, via frontplane definition and processing (e. g., emitters, absorbers) up to system integration for various applications. Currently, the most important technology is OLED-on-Silicon, providing the basis for various flavors of OLED “microdisplays”, including ‘bi-directional’ ones (capable to display and acquire images simultaneously). For “sensor” applications it is often combined with additional sensing layers (e. g., material- and ion-sensitive dyes), to enable detection of e. g., pH, oxygen or carbon dioxide concentrations in gases or liquids.

Though we focus on components and their manufacturing technologies, knowledge on system integration (e. g., smart glasses) and applications (e. g., logistics) remains vital for provident development of innovative features (e. g., luminance, color space, lifetime, resolution, response time, spectral sensitivity). This experience enables tight collaboration with application, system integration and supply chain partners (e. g., Silicon Foundries).

The unit is mainly accessing skills and capabilities of our core competencies “Organic Electronics” and “IC Design”.



## CONTACT

Dr. Uwe Vogel  
 Phone +49 351 8823 282  
 uwe.vogel@fep.fraunhofer.de

## Projekt „ADMONT“

Im Projekt "Advanced Distributed Pilot Line for More-than-Moore Technologies (ADMONT)" hat das Fraunhofer FEP durch einen speziell entwickelten OLED-on-Silicon CMOS-Backplane-IC eine Sensorplattform zur optischen Anregung und Auslese von Sensorschichten realisiert. Es befinden sich zwei OLED-Dots sowie Photodioden und die Ansteuer-/Ausleseelektronik zur Emission und Detektion von Licht auf den Chips. Die Emissionswellenlänge der Leuchtdioden kann im sichtbaren und angrenzenden Spektralbereich eingestellt werden und ermöglicht so die Anregung verschiedener Sensormaterialien für unterschiedliche Parametermessungen. Durch die Integration von Filtern mit farbstoff-spezifisch angepasster Charakteristik kann der Sensorchip auf verschiedenste Einsatzfelder ausgelegt werden.

Als Technologiedemonstrator ist ein Sensor zur Messung der Sauerstoffkonzentration in Gasen verfügbar. Am Fraunhofer FEP eigens entwickelte Sensorschichten oder kommerzielle Sensorspots können verwendet werden. Eine blaue OLED regt die Farbstoffschicht an und das Antwort-Phosphoreszenz-Signal wird im CMOS-Backplane-Chip detektiert.



*Gefördert durch das Horizon 2020 Forschungs- und Innovationsprogramm der Europäischen Union.  
 Förderkennzeichen: 661796*



*Gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung sowie das Sächsische Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr.  
 Förderkennzeichen: 16ESE00585*



## Project „ADMONT“

Within the collaborative project "Advanced Distributed Pilot Line for More-than-Moore Technologies (ADMONT)" Fraunhofer FEP has realized a specifically designed OLED-on-Silicon backplane IC towards a sensor platform for optical excitation and read-out of sensing layers. There are two OLED dots as well as photodiodes and the control and readout electronics for emission and detection of light on the chips. The emission wavelength of the light emitting diodes can be adjusted in the visible and adjacent spectral range and thus enables the excitation of different sensor materials for different parameter measurements. By integrating color filters with adapted characteristics depending on the dye in the sensor layer, the sensor chip can be designed for a wide range of applications and combinations with sensor materials and is therefore versatile.

A sensor for measuring the oxygen concentration in gases is available as a technology demonstrator. Sensor layers specially developed at Fraunhofer FEP or commercial sensor spots can be used. A blue OLED excites the dye layer and the response phosphorescence signal is detected and evaluated in the CMOS backplane chip.



*Funded by the Horizon 2020 Research and Innovation Programme of the European Union.  
 Funding reference: 661796*



*Funded by the German Federal Ministry of Education and Research and the Saxon State Ministry of Economic Affairs, Labour and Transport.  
 Funding reference: 16ESE00585*





## Medizinisch-biotechnologische Applikationen

Je mehr Fachkompetenzen ineinandergreifen, desto mehr Perspektiven eröffnen sich. Um dieses Innovationspotenzial zu nutzen, wurde 2019 das Applikationsspektrum des Geschäftsfelds am Fraunhofer FEP erweitert.

Neben vielfältigen medizinischen Anwendungsstrategien sind biotechnologische Fragestellungen von zunehmender Relevanz. Dabei werden Synergien zwischen den im Institut etablierten Elektronenstrahl- und Plasmatechniken mit biotechnologischen Prozessabläufen geschaffen und neue Hybridtechnologien entwickelt. Dadurch finden die Vorteile niederenergetischer, nicht-thermischer Elektronenstrahlprozesse für Life Science Applikationen systematischen Zugang in Anwendungsfelder der roten und weißen Biotechnologie, um sowohl Produktions- als auch Abbau- und Inaktivierungsprozesse neu auszurichten.

Außerdem standen 2019 die Themen Desinfektion, Inaktivierung und Aufbereitung von Gewebetransplantaten im Fokus unserer wissenschaftlichen Forschungsaktivitäten. Als Konsortium konnten die Fraunhofer-Institute IZI, FEP, IPA und ITEM mit einem gemeinsam entwickelten Anlagenkonzept erfolgreich Viren zur Impfstoffherstellung und Zellen zur Krebstherapie anwendungsspezifisch inaktivieren und damit eine wachsende Kundennachfrage akquirieren. Lösungsansätze auf dem Gebiet der Hygienisierung erfolgreich in den Markt zu überführen, erfordert komplementäre Verfahren, wobei einerseits die gezielte Verhinderung bzw. Inaktivierung von Biofilmen als auch deren adäquate Detektion aktuelle Forschungsschwerpunkte sind. Basierend darauf können beispielsweise im klinischen Sanitärbereich die Hygiene verbessert und retrograde Infektionen verhindert werden.

## Medical and Biotechnological Applications

The more that areas of professional expertise become interlinked, the more prospects and opportunities open up. To exploit this innovation potential, the application spectrum of the Medical and Biotechnological Applications Business Unit at the Fraunhofer FEP was expanded in 2019.

In addition to diverse medical application approaches and technologies, biotechnological challenges and processes are of increasing importance. Synergies are created between the electron beam and plasma technologies established at the institute with biotechnological process flows and new hybrid technologies are developed. The attractive advantages of low-energy, non-thermal electron-beam processes for life science applications are enabling us to systematically gain access to the fields of red and white biotechnology, helping to realign as well biotechnological production as degradation and inactivation processes.

In 2019, our scientific research activities continued to focus on the areas of transplant tissue preparation, disinfection, and inactivation. A consortium of the Fraunhofer Institutes IZI, FEP, IPA, and ITEM successfully developed application-specific processes to inactivate viruses for vaccine production and inactivate cells for cancer therapy using a jointly designed and developed facility, which has stimulated growing customer demand. The successful transfer and introduction of new approaches and solutions for the hygiene market requires complementary processes. Specific prevention and inactivation of biofilms as well as their successful detection are current research priorities. This approach can facilitate improvements in hygiene and the prevention of retrograde infections, such as in the area of hospital sanitation for example.



## CONTACT

*Dr. Ulla König*

*Phone +49 351 2586 360*

*ulla.koenig@fep.fraunhofer.de*

## Längere Funktionsdauer für biologische Herzklappenprothesen

Eine Herzklappe muss einiges bewältigen, denn sie durchläuft während eines menschlichen Lebens etwa 2,6 Billionen Öffnungs- und Verschlusszyklen. Allein in Deutschland werden jährlich mehr als 30.000 Menschen neue Herzklappen implantiert. Degenerative Veränderungen sind die Hauptursache für Herzklappenerkrankungen wie Aortenklappenstenose.

Der Trend geht klar zum biologischen Herzklappenersatz, da oft keine Antikoagulation erforderlich ist. Diese Bioprothesen werden aus Rinderperikard oder Schweineherzklappen gefertigt, wobei Langzeitstudien eine 10 bis 15-jährige Funktionsdauer belegen. Ursachen für diese Prothesendegeneration liegen vor allem im Herstellungsprozess, weshalb ein neues Mehrkomponenten-Verfahren, das SULEEI-Verfahren, entwickelt wurde.

Dezellularisiertes Perikard-Gewebe wird nach erfolgter UV-Quervernetzung durch einen niederenergetischen Elektronenstrahlprozess sowohl stabilisiert als auch gleichzeitig sterilisiert.

Die Anwendung dieses innovativen Gewebeaufbereitungsverfahrens eröffnet die Möglichkeit, neue Herzklappenprothesen mit bisher nicht erreichter Haltbarkeit zu entwickeln.

## Longer service life for biological heart valve prostheses

A heart valve has to cope with a lot – it opens and closes about 2.6 billion times during a human lifetime! More than 30,000 people in Germany alone receive new heart valve implants every year. Degenerative changes are the main cause of heart valve diseases such as aortic valve stenosis.

There is a clear trend towards biological heart valve replacement in preference to the use of mechanical heart valves, since anticoagulant are often then not necessary. These biological prostheses are prepared from bovine pericardium or porcine heart valves, with long-term studies showing a 10-to-15-year service life. Causes for degeneration of these prostheses are mainly in the manufacturing process, which is why a new multi-component process, the SULEEI process, has been developed.

Decellularized pericardial tissue is simultaneously stabilized and sterilized by a low-energy electron-beam after UV cross-linking has been completed.

The application of this innovative tissue preparation process opens up the opportunity to develop new heart-valve prostheses having a level of durability never before achieved.



## Werkstoffkunde / Analytik

Die Abteilung Werkstoffkunde/Analytik verfügt über vielfältige Methoden zur Charakterisierung von Struktur und Eigenschaften dünner Schichten. Die analytischen Methoden und die vorhandenen umfangreichen Erfahrungen unserer Mitarbeiter werden im Rahmen von Forschungsprojekten genutzt und als Dienstleistung für unsere Kunden angeboten.

Für die Charakterisierung von Struktur und Gefüge dünner Schichten steht ein hochauflösendes Feldemissions-Rasterelektronenmikroskop (FE-REM) zur Verfügung. Von Schichtsystemen können durch eine Ionenpräparation polierte Querschnitte präpariert werden, welche eine hochauflösende Untersuchung im Material- und Kristallorientierungskontrast ermöglichen. Die chemische Zusammensetzung wird durch energiedispersive Spektrometrie von Röntgenstrahlung (EDS) und durch optische Glimmentladungsspektrometrie (GD-OES) analysiert.

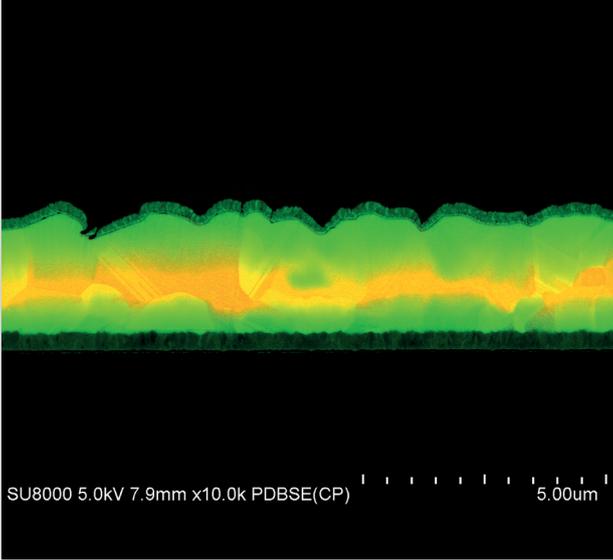
Für die Bestimmung von optischen, mechanischen und elektrischen Eigenschaften dünner Schichten sind am Fraunhofer FEP viele Messmethoden vorhanden. Unter anderem werden UV-VIS-NIR Spektrometrie, spektroskopische Ellipsometrie und Nanoindentation eingesetzt. Die Beständigkeit von beschichteten Proben wird mit verschiedenen Umweltprüfungen und Korrosionstests untersucht. Sehr umfangreiche Erfahrungen bestehen auf dem Gebiet der Permeationsbarrieremessungen beschichteter Polymerfolien gegenüber Wasserdampf und Sauerstoff. Für Wasserdampf können mithilfe der Laserdiodenspektroskopie auch sehr sensitive Messungen bis in den Ultrahochbarrierebereich durchgeführt werden.

## Materials Analysis

The Materials Analysis department has many methods at its disposal for characterizing the structure and properties of thin films. The analytical methods and the comprehensive experience of our staff are utilized in research projects and as well as being offered as services to our customers.

A high-resolution field-emission scanning electron microscope (FE-SEM) is available for characterizing the structure and microstructure of thin films. Ion-polished cross-sections of multilayers are prepared that facilitate high-resolution studies in both crystal-orientation and material contrast. Chemical composition is analyzed by energy-dispersive X-ray spectrometry (EDS) and glow discharge optical emission spectrometry (GD-OES).

Many measurement methods for the determination of optical, mechanical, and electrical properties of thin films are available at the Fraunhofer FEP. These include UV, VIS, and NIR spectrometry, spectroscopic ellipsometry, and nanoindentation. The durability of coated samples is investigated with various environmental and corrosion tests. We have very extensive experience in the field of water vapor and oxygen permeation barrier measurements for coated polymer films. For water vapor, measurements with sensitivity into the ultra-high barrier range can be performed using laser-diode spectroscopy.



**CONTACT**

Dr. Olaf Zywitzki

Phone +49 351 2586 180

olaf.zywitzki@fep.fraunhofer.de

**Projekt „Neptun“**

Im Projekt „Neptun“ setzen wir die langjährige und erfolgreiche Zusammenarbeit mit der CTF Solar GmbH zur Effizienzsteigerung von CdTe-Dünnschichtszellern fort. Im Rahmen des Neptun-Projekts konnte durch den Einbau von Selen in die Solarabsorberschicht die Quanteneffizienz der Solarzellen im kurzwelligen und gleichzeitig im langwelligen Spektralbereich verbessert werden. Eine effektive Methode zur Charakterisierung der Selengradienten in den Absorberschichten ist die optische Glimmentladungsspektrometrie (GD-OES). Außerdem wird durch die GD-OES-Analysen auch die geringe Kupferdotierung am Rückkontakt untersucht, welche für niedrige Kontaktwiderstände erforderlich ist.

An ionenpräparierten Querschnitten der Solarzellen wird der Einfluss des Seleneinbaus auf das Gefüge der Absorberschichten im Kristallorientierungs-kontrast analysiert. Zusätzliche Messungen des elektronenstrahlinduzierten Stromes (EBIC) zeigen den Einfluss des Selengradienten und der Chloraktivierungsbehandlung auf die Position des pn-Übergangs und die Diffusionslänge der Ladungsträger.

**Project „Neptun“**

In the project “Neptun”, we are continuing our long-standing and successful collaboration with CTF Solar GmbH to increase the efficiency of CdTe thin-film solar cells. The incorporation of selenium in the solar-absorber layer has simultaneously improved solar-cell quantum efficiencies in short as well as long wavelength regions. Glow discharge optical emission spectrometry (GD-OES) is an effective method for characterizing the selenium gradients in the absorber layers. In addition, GD-OES analyses are used to investigate low-level copper doping at the back electrode, which is necessary for low contact resistance.

The incorporation of selenium can influence the microstructure of solar-cell absorber layers. This effect can be analyzed in crystal-orientation contrast with solar-cell cross-sections prepared using ion beams. Additional electron beam induced current measurements (EBIC) show the influence of the selenium gradient and the effect of chlorine activation on both the position of the pn junction and the diffusion length of the charge carriers.



Gefördert aus Mitteln der Europäischen Union und des Freistaates Sachsen.

Förderkennzeichen: 100332345



Gefördert aus Mitteln der Europäischen Union

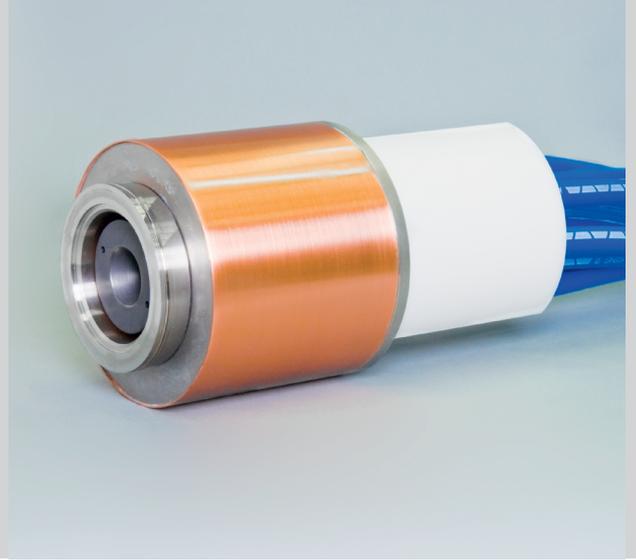


Funded by the European Union and the Free State of Saxony.

Funding reference: 100332345



European Union



## Systeme

Am Anfang stehen die technologische Idee und der Wille, unseren Kunden eine maßgeschneiderte Lösung zu offerieren. Auf Grundlage von kundenspezifischen Anforderungen werden vom Bereich Systeme Aufgabenstellungen zur Entwicklung und Fertigung von meist nicht am Markt erhältlichen, prozesstechnischen Baugruppen bearbeitet. Wir sind in der Lage, die komplette Wertschöpfungskette von der Idee über die Konzeption und Entwicklung, bis hin zur Realisierung von Prototypen bzw. des fertigen Produktes im Auftrag unserer Kunden abzubilden.

Zum Entwicklungsportfolio unserer technologischen Schlüsselkomponenten gehören Plasma- und Elektronenstrahlquellen in unterschiedlichen Ausführungen für ein breites Anwendungsspektrum. Langjährige Entwicklungserfahrungen im Bereich Substrathandling, Substrattransport, In-situ-Messvorrichtungen und spezifischer Vakuumprozesstechnik ergänzen unsere Kompetenz. Wir unterstützen Entscheidungen unserer Kunden durch die Erarbeitung von Machbarkeitsstudien und durch die Mitarbeit bei der Erstellung von Anlagenkonzeptionen.

Um das optimale technologische Ergebnis zu erzielen, empfehlen wir unseren Kunden im Rahmen von integrierten Technologiepaketen – Integrated Packages – speziell auf unsere Plasmaquellen abgestimmte technologische Stromversorgungen und zugehörige analoge bzw. digitale Steuer- und Regelungstechnik. Diese elektrische Gerätetechnik wird im Institut entwickelt und von unseren Partnern gefertigt. Auch die Steuerung von Elektronenstrahlquellen, wie zum Beispiel die Fokussierung, Zentrierung und Ablenkung des Elektronenstrahls ist Bestandteil unserer Forschung. Nach der Technologieeinführung betreuen wir unsere Kunden im Rahmen des After-Sales-Service.

## Systems

The two prime motives driving our work are wanting to see a technological idea come to fruition, and the desire to offer our clients an unbeatable solution for their needs. The Division Systems develops and fabricates process-related assemblies that meet customer-specific requirements, and which are not usually available on the market. We are able to address the entire value-added chain for our customers – from the original idea, through its design and development, to the realization of prototypes or a finished product.

Our key development tools include plasma and electron beam sources in various configurations that can be employed in a wide range of applications. Many years of development experience in the fields of substrate handling, substrate transport, in-situ measuring devices, and specific vacuum process technologies complement our design expertise. We assist our clients in their decision-making process by preparing feasibility studies and working with them on the creation of equipment designs.

In order to achieve the optimum technological result, we recommend our customers integrated packages of engineered power supplies and associated analog and digital control and regulation technology specially adapted to our plasma sources. This electrical engineering technology is developed in the institute and manufactured by our partners. The control of electron beam sources, such as focusing, centering, and deflecting the electron beam is also part of our research.

Following the incorporation of the technology, we continue as well to support our customers with after-sales service.



## CONTACT

Henrik Flaske

Phone +49 351 2586 308

henrik.flaske@fep.fraunhofer.de

## Integrated Package zur Herstellung hochtransparenter Barrierschichten

Im Geschäftsjahr 2019 wurde die Leistungsfähigkeit des Systembaus auch durch die Auslieferung eines  $\text{AlO}_x$ - Prozess-Systems unter Beweis gestellt. Dieses „Integrated Package“ wurde speziell für die Integration in eine industrielle Rolle-zu-Rolle Anlage eines namhaften Herstellers von Vakuumanlagen entwickelt.

In Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe „R2R Hochrate-Vakuumbeschichtung“ betreute der Systembau die Installation des Systems in die Anlage, die Inbetriebnahme und die Produktionseinführung beim Anlagenbetreiber. Dieser ist damit in der Lage, mit hoher Wirtschaftlichkeit nahezu absorptionsfreie Barrierschichten für Verpackungsanwendungen für den Massenmarkt zu produzieren. Darüber hinaus konnte gezeigt werden, dass diese Technologie des Fraunhofer FEP auch zur Beschichtung von Polypropylen- und Polyethylenfolien geeignet ist. Damit soll in Zukunft ein wesentlicher Beitrag zur Markteinführung von nachhaltigem Verpackungsmaterial geleistet werden.

Weiterhin trug der Systembau des Fraunhofer FEP in Zusammenarbeit mit der Abteilung „Spezielle EB-Systeme und Technologien“ maßgeblich zur Entwicklung und Fertigung eines mobilen Versuchsaufbaus bei, mit dem die Funktionalität einer neuartigen Abgasbehandlung für Schiffsdieselmotoren im Rahmen des EU-Projekts ARIES (Accelerator Research and Innovation for European Science and Society) wissenschaftlich nachgewiesen wurde.



*Gefördert durch das Horizon 2020  
Forschungs- und Innovationsprogramm  
der Europäischen Union.  
Förderkennzeichen: 730871*

## Integrated package for the production of high-transparent barrier layers

During the 2019 financial year, the capability of the Division Systems was also demonstrated by the delivery of an  $\text{AlO}_x$  processing system. This integrated package was specially developed for integration in an industrial roll-to-roll system of a well-known manufacturer of vacuum systems.

The Division Systems in cooperation with the Group Roll-To-Roll High-Rate Vacuum Coating supported the installation of the system into a commercial facility, its commissioning, and its initial run. The manufacturer is thus able to economically produce nearly non-absorptive barrier layers for mass-market packaging applications. In addition, it could be shown that this Fraunhofer FEP technology is also suitable for coating polypropylene and polyethylene films. This should make an important contribution in bringing sustainable packaging materials to the market in future.

Moreover, the Division Systems in collaboration with the Department Customized EB Systems and Technologies contributed importantly to the development and fabrication of a mobile experimental setup that empirically demonstrated effective operation of a novel treatment method for marine diesel engine exhaust as part of the EU ARIES project (Accelerator Research and Innovation for European Science and Society).



*Funded by the Horizon 2020  
Research and Innovation Programme  
of the European Union.  
Funding reference: 730871*



---

# ANHANG

---

DIE FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT

MITGLIEDSCHAFTEN

FRAUNHOFER-VERBUND LIGHT & SURFACES

NAMEN, DATEN UND EREIGNISSE

RÜCKBLICK

FÖRDERPROJEKTE

KONTAKT

IMPRESSUM

---

# APPENDIX

---

THE FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT

MEMBERSHIPS

FRAUNHOFER GROUP FOR LIGHT & SURFACES

NAMES, DATES AND EVENTS

HIGHLIGHTS

FUNDED PROJECTS

CONTACT

IMPRINT



## DIE FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT

## THE 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 74 Institute und Forschungseinrichtungen. Rund 28 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 2,8 Milliarden Euro. Davon fallen 2,3 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung.

### Unsere Vertragspartner und Auftraggeber sind:

- Industrieunternehmen
- Dienstleistungsunternehmen
- Öffentliche Hand

### Die wichtigsten Kennzahlen auf einen Blick

- 74 Institute und Forschungseinrichtungen
- Rund 28 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter
- 2,8 Milliarden Euro Forschungsvolumen jährlich
- Rund 70 Prozent werden mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten erwirtschaftet
- Internationale Zusammenarbeit durch weltweite Niederlassungen

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

The Fraunhofer-Gesellschaft, headquartered in Germany, is the world's leading applied research organization. With its focus on developing key technologies that are vital for the future and enabling the commercial exploitation of this work by business and industry, Fraunhofer plays a central role in the innovation process. As a pioneer and catalyst for groundbreaking developments and scientific excellence, Fraunhofer helps shape society now and in the future. Founded in 1949, the Fraunhofer-Gesellschaft currently operates 74 institutes and research institutions throughout Germany. The majority of the organization's 28,000 employees are qualified scientists and engineers, who work with an annual research budget of 2.8 billion euros. Of this sum, 2.3 billion euros is generated through contract research.

### Customers and contractual partners are:

- Industry
- Service sector
- Public administration

### Key figures at a glance

- 74 institutes and research units
- 28,000 staff
- 2.8 billion euros annual research budget totaling
- About 70 percent of the Fraunhofer-Gesellschaft's contract research revenue is derived from contracts with industry and from publicly financed research projects
- International cooperation through affiliated research centers and worldwide representative offices

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

# MITGLIEDSCHAFTEN

## MEMBERSHIPS

- 3D-Netzwerk (Initiative der Wirtschaftsförderung Solingen GmbH & Co. KG)
- AMA Fachverband für Sensorik e. V.
- AK Glasig-kristalline Multifunktionswerkstoffe
- Bundesverband mittelständische Wirtschaft (BVMW)
- Deutsche Gesellschaft für Galvano- und Oberflächentechnik e. V.
- Deutsche Gesellschaft für angewandte Optik
- Deutsche Glastechnische Gesellschaft
- Dresden-concept e. V.
- Energy Saxony e. V.
- Europäische Forschungsgesellschaft Dünne Schichten e. V. (EFDS)
- Fachverband für Mikrotechnik IVAM
- Forum MedTech Pharma e. V.
- Forschungsallianz Kulturerbe
- Fraunhofer-Allianz Batterien
- Fraunhofer-Allianz Reinigungstechnik
- Fraunhofer-Verbund Light & Surfaces
- Informationsdienst Wissenschaft
- International Council for Coatings on Glass ICCG e. V.
- International Electrotechnical Commission IEC, TC 110 Electronic display devices, WG 12 Eyewear display
- International Irradiation Association
- Kompetenznetz Industrielle Plasma-Oberflächentechnik INPLAS e. V.
- LRT Sachsen/Thüringen e. V.
- Netzwerk »Dresden - Stadt der Wissenschaft«
- Netzwerk »CleanHand«
- OLED Lichtforum
- Organic Electronics Saxony e. V.
- Photonics 21
- Plasma Germany
- RadTech Europe – European Association for the Promotion of UV and EB curing
- Silicon Saxony e. V.
- Smart<sup>3</sup> materials – solutions – growth
- Verband der Elektrotechnik - Bezirksverein Dresden e. V. (VDE)
- Verband deutscher Maschinen- und Anlagenbau e. V. (VDMA)
- Verband Deutsches Reisemanagement e. V. (VDR)
- Virtual Institute of Nano Films

# FRAUNHOFER VERBUND LIGHT & SURFACES

## FRAUNHOFER GROUP FOR LIGHT & SURFACES

### Competence by networking

Six Fraunhofer institutes are cooperation in the Fraunhofer Group »Light & Surfaces« in the fields of laser, optics, metrology and coating technology. Building on their basic research in the various fields of application, the institutes work together to supply fast, flexible and customer-specific system solutions in these fields. Strategy is coordinated to reflect current market requirements, yielding synergies that benefit the customer. The institutes also collaborate with their local universities to provide the full range of student education, up to and including doctoral studies. As a result, the Fraunhofer institutes are not only partners to technological development, but also a continuous source of new talents in the fields of coating technology and photonics.

### Core competencies of the group

The Fraunhofer institutes' competencies are coordinated to ensure that research can be quickly and flexibly adapted to the requirements of the various fields of application:

- Laser manufacturing
- Beam sources
- Metrology
- Medicine and life sciences
- Materials technology
- Optical systems and optics manufacturing
- Micro- and nanotechnologies
- Thin-film technology
- Plasma technology
- Electron beam technology
- EUV technology
- Process and system simulation

### Fraunhofer Institute for Organic Electronics, Electron Beam and Plasma Technology FEP

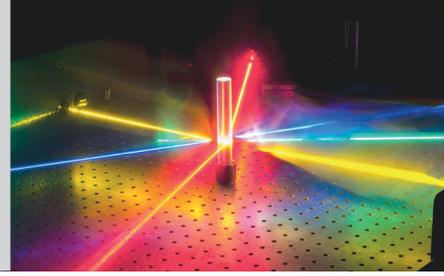
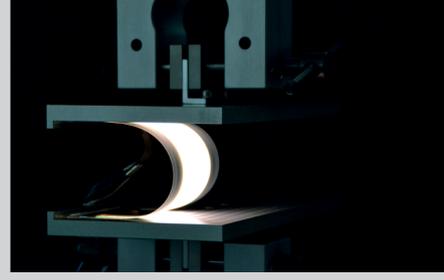
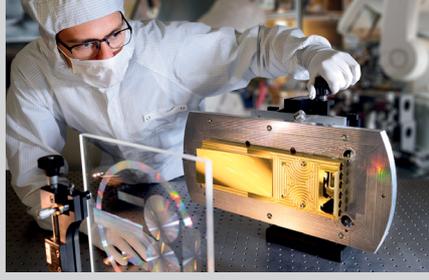
Fraunhofer FEP works on innovative solutions in the fields of vacuum coating, surface treatment as well as organic semiconductors. The core competences electron beam technology, plasma-assisted large-area and precision coating, roll-to-roll technologies, development of technological key components as well as technologies for the organic electronics and IC/system design provide a basis for these activities. Thus, Fraunhofer FEP offers a wide range of possibilities for research, development and pilot production, especially for the processing, sterilization, structuring and refining of surfaces as well as OLED microdisplays, organic and inorganic sensors, optical filters and flexible OLED lighting. Our aim is to seize the innovation potential of the electron beam, plasma technology and organic electronics for new production processes and devices and to make it available for our customers.

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

### Fraunhofer Institute for Laser Technology ILT

With more than 540 employees the Fraunhofer ILT develops innovative laser beam sources, laser technologies, and laser systems for its partners from the industry. Our technology areas cover the following topics: laser and optics, medical technology and biophotonics, laser measurement technology and laser material processing. This includes laser cutting, caving, drilling, welding and soldering as well as surface treatment, micro processing and additive manufacturing. Furthermore, the Fraunhofer ILT is engaged in laser plant technology, process control, modeling as well as in the entire system technology.

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



### **Fraunhofer Institute for Applied Optics and Precision Engineering IOF**

The Fraunhofer IOF develops innovative optical systems to control light from the generation to the application. Our service range covers the entire photonic process chain from opto-mechanical and opto-electrical system design to the manufacturing of customized solutions and prototypes. The institute works in the five business fields of Optical Components and Systems, Precision Engineering Components and Systems, Functional Surfaces and Layers, Photonic Sensors and Measuring Systems and Laser Technology.

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

### **Fraunhofer Institute for Physical Measurement Techniques IPM**

The Fraunhofer IPM develops tailor-made measuring techniques and systems for industry. In this way, the institute enables its customers to minimize their use of energy and resources, while at the same time maximizing quality and reliability. Fraunhofer IPM makes processes ecological and economical. Many years of experience with optical technologies form the basis for high-tech solutions in the fields of production control, object and shape detection, gas and process technology as well as thermal energy converters.

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

### **Fraunhofer Institute for Surface Engineering and Thin Films IST**

The Fraunhofer Institute for Surface Engineering and Thin Films IST in Braunschweig is an innovative partner for research and development in surface technology, with expertise in the associated product and production systems. The aim is to develop customized and sustainable solutions: from prototypes, through economic production scenarios, to upscaling to industrial magnitudes – and all this whilst maintaining closed material and substance cycles.

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

### **Fraunhofer Institute for Material and Beam Technology IWS**

Light and layer: Fraunhofer IWS works wherever lasers and surface technology meet. The Dresden institute comes into play if the task is to deposit different materials layer by layer, to join, cut, functionalize or analyse. Services range from developing new techniques via integration into manufacturing, up to user-oriented support – in single-source responsibility. The Fraunhofer IWS is meeting the challenges of digitization with a focus on researching and developing solutions for »Industry 4.0«

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

---

#### **Contact**

Prof. Dr. Karsten Buse  
Chairman  
karsten.buse@ipm.fraunhofer.de

Dr. Heinrich Stülpnagel  
Managing Director  
heinrich.stuelpnagel@ipm.fraunhofer.de

# NAMEN, DATEN UND EREIGNISSE

## NAMES, DATES AND EVENTS

### VERÖFFENTLICHUNGEN

### PUBLICATIONS

A detailed list of all publications from Fraunhofer FEP in the year 2019 can be found at:

<http://publica.fraunhofer.de/institute/FEP/2019>

M. Fahland, O. Zywitzki, T. Modes, K. Vondkar, T. Werner, C. Ottermann, M. Berendt, G. Pollack

**Roll-to-roll sputtering of indium tin oxide layers onto ultrathin flexible glass**

Thin Solid Films  
Vol. 669, 2019, p. 56–59

S. Saager, B. Scheffel, O. Zywitzki, T. Modes, M. Piwko, S. Doerfler, H. Althues, C. Metzner

**Porous Silicon Thin Films as Anodes for Lithium Ion Batteries Deposited by Co-Evaporation of Silicon and Zinc**

Surface and Coatings Technology  
Vol. 358, 2019, p. 586–593

M. Top

**Roll-to-roll deposition of silicon plasma polymers**

Converting Quarterly  
Vol. 9, Nr. 1, Quarter 1, 2019, p. 56–62

D. Wang, J. Hauptmann, C. May

**OLED Manufacturing on Flexible Substrates Towards Roll-to-Roll**

MRS Advances  
Vol. 4, Issue 24, 2019, p. 1367–1375

A. Thabet, R. Schmäschke, J. Fertey, B. Bangoura, J. Schönfelder, M. Lendner, S. Ulbert, A. Dausgries

**Eimeria tenella oocysts attenuated by low energy electron irradiation (LEEI) induce protection against challenge infection in chickens**

Veterinary parasitology  
Vol. 266, 2019, S. 18–26

S. Barth, S. Derenko, H. Bartzsch, O. Zywitzki, T. Modes, F. Patrovsky, V. Fiehler, T. Uhlig, P. Frach, L. M. Eng

**Influence of Growth Conditions and Film Thickness on the Anodization Behavior of Sputtered Aluminum Films and the Fabrication of Nanorod Arrays thereof**

Thin Solid Films  
Vol. 676, 2019, p. 1–7

S. Barth, H. Bartzsch, J. Hildisch

**Piezoelectric and Electrically Insulating Coatings**

GIT Laboratory Journal  
Vol. 23, 2019, S. 29–30

C. May, A. Hausdorf

**Full speed ahead for SmartEEs**

OPE Journal  
Vol. 27, 2019, p. 20

D. Glöß, U. Hartung, A. Drescher, P. Frach, H. Bartzsch

**Freeform and Laser Optical Coatings by Inline Magnetron Sputtering**

OSA Publishing, OSA Technical Digest  
Optical Society of America, 2019, paper WB.2

Y. Li, M. Kovačič, J. Westphalen, S. Oswald, Z. Ma, C. Hänisch, P. Will, L. Jiang, M. Junghähnel, R. Scholz, S. Lenk, S. Reineke

**Tailor-made nanostructures bridging chaos and order for highly efficient white organic light-emitting diodes**

nature COMMUNICATIONS  
Vol. 10, 2019, Artikel 2972

S. Saager, B. Scheffel, O. Zywitzki, T. Modes, M. Piwko, S. Doerfler, H. Althues, C. Metzner

**Synthesis of Porous Thin Films as Silicon Anodes for Lithium Ion Batteries**

SVC Bulletin  
Summer 2019, p. 24–36

J. Hesse

**OLED Modules for Textile Integration**

Photonics Spectra  
September 2019, Open Access Artikel

M. Fahland, S. Garner, G. Pollack

**Roll-to-Roll Sputter Deposition of Low Resistance Electrodes on Ultrathin Glass**

Proceedings of 62<sup>nd</sup> SVC Annual Technical Conference 2019  
Long Beach, USA, 27. April–02. Mai 2019, p. 1–4

B. Zimmermann, G. Mattausch, C. Metzner

**Rate and Composition Control for Plasma-assisted EB-PVD Processes by Optical Emission Spectroscopy**

Proceedings of 62<sup>nd</sup> SVC Annual Technical Conference 2019  
Long Beach, USA, 27. April–02. Mai 2019, p. 1–6

S. Saager, B. Scheffel, J.-P. Heißen

**High-Rate Deposition of High-Pure Silicon Thin Films for PV-Absorber Layers by Crucible-free Electron Beam Physical Vapor Deposition**

Proceedings of 62<sup>nd</sup> SVC Annual Technical Conference 2019  
Long Beach, USA, 27. April–02. Mai 2019, p. 1–10

J.-P. Heißen, F. Fietzke

**EMC Shielding on Plastic Components by Electron Beam Evaporation**

Proceedings of 62<sup>nd</sup> SVC Annual Technical Conference 2019  
Long Beach, USA, 27. April–02. Mai 2019, p. 1–10

P. Wartenberg, B. Richter, S. Brenner, M. Rolle, G. Bunk, S. Ulbricht, J. Baumgarten, C. Schmidt, M. Schober, U. Vogel  
**A New 0.64" 720p OLED Microdisplay for Application in Industrial See-Through AR HMD**  
 SID Symposium Digest of Technical Paper  
 2019, p. 717–720

S. Barth, J. Hildisch, H. Bartzsch  
**Elektrisch isolierende und piezoelektrisch aktive Schichten**  
 GIT Labor Fachzeitschrift  
 Vol. 7, 2019, S. 40–43

S.-C. Hermosa, M. Top, J. Dagar, J. Fahlteich, T. M. Brown  
**Quantifying Performance of Permeation Barrier-Encapsulation Systems for Flexible and Glass-Based Electronics and their Application to Perovskite Solar Cells**  
 Advanced Electronic Materials  
 Vol. 5, Nr. 10, 2019, Artikel 1800978

R. Petrich, H. Bartsch, K. Tonisch, K. Jaekel, S. Barth, H. Bartzsch, D. Glöß, A. Delan, S. Krischok, S. Strehle, M. Hoffmann, J. Müller  
**Investigation of ScAlN for piezoelectric and ferroelectric applications**  
 Onlineproceedings of IEEE  
 22<sup>nd</sup> European Microelectronics and Packaging Conference (EMPC) & Exhibition, Pisa, Italy, 16.–19. September 2019, p. 1–5

H. Bartzsch, S. Barth, J. Hildisch, K. Täschner, R. Rückriem, M. Nestler  
**Sputter deposition of fluorine doped SiO<sub>2</sub> films for temperature compensated SAW components**  
 Onlineproceedings of IEEE  
 IUS Konferenz, Glasgow, Schottland, 06.–09. Oktober 2019, p. 731–734

M. Kraus, Z. Diao, K. Weishaupt, J. P. Spatz, K. Täschner, H. Bartzsch, R. Schmittgens, R. Brunner  
**Combined 'moth-eye' structured and graded index-layer anti-reflecting coating for high index glasses**  
 Optics Express  
 Vol. 27, Nr. 24/25, p. 34655–34664

E. Destouesse, M. Top, J. Lamminaho, H.-G. Rubahn, J. Fahlteich, M. Madsen  
**Slot-die processing and encapsulation of non-fullerene based ITO-free organic solar cells and modules**  
 Flexible and Printed Electronics  
 Vol. 4, Nr. 4, 2019, Artikel 045004, 10 pages

R. Petrich, H. Bartsch, K. Tonisch, K. Jaekel, S. Barth, H. Bartzsch, D. Glöß, A. Delan, S. Krischok, S. Strehle, M. Hoffmann, J. Müller  
**Untersuchung von ScAlN für piezoelektrische und ferroelektrische Anwendungen**  
 Proceedings MikroSystemTechnik Kongress 2019  
 28.–30. Oktober Berlin, S. 412–416

S. Saager, B. Scheffel, J.-P. Heinß  
**High-Rate Deposition of High-Pure Silicon Thin Films for PV-Absorber Layers by Crucible-free Electron Beam Physical Vapor Deposition**  
 Surface Coatings & Technology  
 Vol. 378, 2019, Artikel 125019

K. Fehse, D. Schlebusch, P. Wartenberg, S. Ulbricht, G. Bunk, S. Brenner, M. Schober, C. Schmidt, B. Richter, U. Vogel  
**OLED/OPD-on-Silicon for Near-to-Eye Microdisplays and Sensing Applications**  
 Proceedings of The International Display Workshops  
 Vol. 26, 2019, p. 880–882

K. Fehse, D. Schlebusch, P. Wartenberg, S. Ulbricht, G. Bunk, S. Brenner, M. Schober, C. Schmidt, B. Richter, U. Vogel, S. Czihal, M. Morjan, M. Lau  
**Integration organischer Leuchtdioden auf einem Sensorchip zur Messung der Sauerstoffkonzentration in Gasen und Flüssigkeiten**  
 Proceedings 14. Dresdner Sensor-Symposium  
 02.–04. Dezember 2019, p. 49–51

B. Richter, P. Wartenberg, U. Vogel  
**Displays von ultra-low-power bis HD: OLED-Mikrodisplays für Augmented und Virtual Reality**  
 elektronik industrie  
 Vol. 10, 2019, S. 54–56

## PATENTE

## PATENTS

P43444 / DE 10 2004 018 647 B4

**Leuchtkörper an einer Karosserie eines Fahrzeugs**

J. Amelung, K. Leo, S. Semmler, T. Michel, T. Wimmer, R. Lang, N. Donath

FEP 372 / DE 10 2017 119 311 B4

**Verfahren zum Herstellen eines mehrfarbig leuchtenden Bauelements**

V. Kirchhoff, U. Vogel, E. Bodenstein, B. Beyer, S. Saager, K. Fehse, B. Richter, P. Wartenberg, M. Metzner, M. Schober, S. Mühl

FEP 297 / EP 2 699 705 B1

**Method of Depositing a Transparent Barrier Coating System**

S. Günther, B. Meyer, S. Straach, T. Kühnel, S. Bunk, N. Schiller

FEP 324 / EP 2 079 803 B1

**Apparatus for Subjecting Bulk Material to the Action of Accelerated Electrons**

F.-H. Rögner, A. Weidauer, G. Mattausch, J. Kubusch

FEP 339 / DE 10 2015 117 834 B4

**Verfahren zur Herstellung einer flexiblen Rod-Array-Anordnung und Rod-Array-Anordnung**

L. Eng, S. Derenko, F. Patrovsky, M. Böhm, V. Hoffmann, A. Hille, R. Raupach, S. Barth, H. Bartzsch, P. Frach

FEP 341 / EP 3 322 834 B1

**Method for PECVD Deposition of a Graphene-Based Layer on a Substrate**

K. Wald, M. Fahland, S. Günther, N. Schiller

FEP 350 / US 10,407,767 B2

**Method for Depositing a Layer using a Magnetron Sputtering Device**

P. Frach, H. Bartzsch, J. Hildisch

FEP 372 / US 10,431,633 B2

**Method for Producing a Multi-Colored high Emitting Component**

V. Kirchhoff, U. Vogel, E. Bodenstein, B. Beyer, S. Saager, K. Fehse, B. Richter, P. Wartenberg, M. Metzner, M. Schober, S. Mühl

FEP 323 / EP 3 024 487 B1

**Method for Inactivating Viruses using Electron Beams**

U. Ulbert, C. Wetzel

FEP 323 / CN 105431171 B

**Method for Inactivating Viruses using Electron Beams**

U. Ulbert, C. Wetzel

## DISSERTATIONEN

## DISSERTATIONS

A. Philipp

**Steigerung der Effizienz und Leuchtdichtehomogenität von organischen Leuchtdioden mittels Druck- und Laserprozessen**

TU Chemnitz, Fakultät für Maschinenbau

E. Bodenstein

**Untersuchungen zur Elektronenstrahlstrukturierung von dünnen Schichten in Systemen der organischen Elektronik**

TU Dresden, Institut für Halbleiter- und Mikrosystemtechnik

## MASTERARBEITEN

## MASTER THESES

S. Hinze  
**Untersuchungen zur Dehnbarkeit von transparenten Elektroden und Permeationsbarrierschichten auf Ethylentetrafluorethylen Kunststofffolie**  
Westfälische Hochschule Zwickau, Studiengang Nanotechnologie

M. Ott  
**Homogenität der elektrischen und optischen Eigenschaften von großflächig, mittels RF-Sputtern abgeschiedenen ITO-Schichten**  
TU Ilmenau, Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

M. Gutt  
**Elektronenstrahlvernetzung von wasserbasierten Lacken**  
Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden  
Fakultät Landbau/Umwelt/Chemie

P. Puttaram Gowda  
**Damage reduced DC magnetron sputtering of ITO for top electrode on OLEDs**  
TU Dresden, Institut für Halbleiter- und Mikrosystemtechnik

## DIPLOMARBEITEN

## DIPLOMA THESES

M. Bachmann  
**Etablierung und Testung eines experimentellen Aufbaus zur Inaktivierung von Biofilmen**  
TU Dresden, Studiengang Molekulare Biotechnologie

P. Birtel  
**Untersuchung der optischen und elektrischen Eigenschaften von großflächig mittels Magnetronsputtern vom keramischen Rohrtarget abgeschiedenen ITO-Schichten**  
Westfälische Hochschule Zwickau, Physikalische Technik

## RÜCKBLICK HIGHLIGHTS

### Besuch der Bundesvorsitzenden BÜNDNIS 90/DIE GRÜNEN

16. August 2019, Dresden



Am 16. August 2019 besuchte Annalena Baerbock, MdB und Bundesvorsitzende BÜNDNIS 90 / DIE GRÜNEN das Fraunhofer FEP. In Gesprächen mit Leon Schmidt (im Bild links), Sonderpreisträger beim Wettbewerb „jugend forscht“ und dem Wissenschaftler Dr. John Fahlteich informierte sie sich über unsere Forschungsarbeiten zu den Themen Solarenergie und Beschichtung.

### Elektronenbehandlung von Saatgut – Eine sächsische Erfolgsgeschichte

21. – 22. Oktober 2019, Dresden



Das Fraunhofer-Institut für Organische Elektronik, Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP begann vor mehr als 25 Jahren mit der Entwicklung der Elektronenbehandlungstechnologie für die Behandlung von Getreidesaatgut. Bei der erfolgreichen großtechnischen Umsetzung mit mobiler und stationärer Pilotanlagentechnik konnte in über 20 Jahren Nutzungsdauer gezeigt werden, dass Elektronenbehandeltes Saatgut eine effiziente, umweltschonende und ertragreiche Alternative zur konventionellen Beizung darstellt.

Gemeinsam mit Forschungseinrichtungen, Endanwendern und Maschinenbauern entwickelten wir in den vergangenen Jahren neue Anlagenkonzepte für verschiedene Anwendungsfelder.

Eingeladene Gäste konnten sich bei einer Informationsveranstaltung ein Bild über die aktuellsten Entwicklungen machen.

## pro flex 2019

4.–6. November 2019, Dresden



82 Teilnehmer aus 15 Ländern erwartete ein interessantes Programm zu aktuellen Themen aus der Forschung und Praxis von Rolle-zu-Rolle-Technologien, dieses Jahr unter dem Schwerpunkt „Technology Cross-Over“. Erstmals fand am 4. November 2019 ein Tutorial zum Thema “Roll-to-Roll Deposition – Basics, Technologies, Practical Advises, Latest Developments“ statt. Im Anschluss an die Konferenz hatten die Teilnehmer die Möglichkeit, an einer von drei Führungen zum Thema Werkstoffcharakterisierung und Qualitätssicherung, Leichtbau oder Batterietechnologien teilzunehmen.

*„Pro flex 2019 was a conference with diverse and interesting presentations. It is worth making a note to attend the next one!“*

(Dr. Charles A. Bishop in Converting Quarterly 2020, Q1)

## PI-SCALE Workshop / LYTEUS Kick Off

7. November 2019, Dresden



Direkt nach der pro flex fand das Final Public Meeting des von der EU geförderten Projekts PI-SCALE zusammen mit einem Kick-Off-Workshop des LYTEUS Pilotlinienservices statt. Dieser Pilotlinienservice hatte sich im Rahmen des Projekts gebildet, um die Herstellung von flexiblen OLED-Modulen in der EU zu fördern. 52 Teilnehmer informierten sich über die Möglichkeiten des Pilotlinienservices und diskutierten Anwendungen und Angebot.

# FÖRDERPROJEKTE FUNDED PROJECTS

Eine detaillierte Auflistung laufender und abgeschlossener Förderprojekte, an denen das Fraunhofer FEP beteiligt ist, finden Sie auf unserer Webseite unter:

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

A detailed list of current and completed funded projects in which Fraunhofer FEP is involved, can be found on our website:

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

## EUROPÄISCHE UNION



Gefördert durch die Europäische Union

*Gefördert durch das Horizon 2020 Framework Programm der Europäischen Union.*

**ACTPHAST 4.0**

Förderkennzeichen: 779472

**ACTPHAST4R**

Förderkennzeichen: 825051

**ARIES**

Förderkennzeichen: 730871

**LOMID**

Förderkennzeichen: 644101

**MILEDI**

Förderkennzeichen: 779373

**MOLOKO**

Förderkennzeichen: 780839

**OLEDSOLAR**

Förderkennzeichen: 820789

**PI-SCALE**

Förderkennzeichen: 688093

**Smart2Go**

Förderkennzeichen: 825143

**SmartEEs**

Förderkennzeichen: 761496

**Switch2save**

Förderkennzeichen: 869929

## EUROPÄISCHE UNION, ECSEL, BMBF, SMWA



Gefördert durch die Europäische Union

*Gefördert durch das Horizon 2020 Framework Programm der Europäischen Union sowie durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung sowie das Sächsische Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr.*



Gefördert durch:



STAATSMINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT ARBEIT UND VERKEHR



**ADMONT**

Förderkennzeichen: 661796 / 16ESE0058S

**HiPERFORM**

Förderkennzeichen: 783174 / 16EMOE023S

**Pln3S**

Förderkennzeichen: 16ESE0380S

## EUROPÄISCHE UNION, EFRE (NRW)



EUROPÄISCHE UNION Investition in unsere Zukunft Europäischer Fonds für regionale Entwicklung



*Gefördert durch den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung.*

**PhotonFlex / Barrieretest**

Förderkennzeichen: EU-1-1-078E

## EUROPÄISCHE UNION, EFRE (SMWA)



*Gefördert aus Mitteln der Europäischen Union und des Freistaates Sachsen.*



**3D-FF**  
Förderkennzeichen: 100354086/3726

**AITiNTec**  
Förderkennzeichen: 100297970/3103

**InnoFlash**  
Förderkennzeichen: 100349243/3698

**KriSiDET**  
Förderkennzeichen: 100276968

**MICRO3D**  
Förderkennzeichen: 100226772/3102

**Neo-Sol**  
Förderkennzeichen: 100272565/3355

**Neptun**  
Förderkennzeichen: 100332352/3609

**PolyCollect**  
Förderkennzeichen: 100385882

**PoSiBat**  
Förderkennzeichen: 100275833

**PVD-Direkt**  
Förderkennzeichen: 100276002/3363

**TASG**  
Förderkennzeichen: 100347675

**ZeoMet**  
Förderkennzeichen: 100346109



## EUROPÄISCHE UNION, EFRE (SMWK)



*Gefördert aus Mitteln der Europäischen Union und des Freistaates Sachsen.*



**GEPARD**  
Förderkennzeichen: 100326378/3572

**PERIKLES**  
Förderkennzeichen: 100367229



## B M B F

Gefördert durch:



*Gefördert durch das Bundesministerium  
für Bildung und Forschung.*

**3Bio2Ret**

Förderkennzeichen: 031B0696

**ELOBEV**

Förderkennzeichen: 13XP5025D

**GaNESIS**

Förderkennzeichen: 16ES1089K

**Glass4Flex**

Förderkennzeichen: 13N14615

**Hybrid-CVD**

Förderkennzeichen: 13XP5052E

**KODOS**

Förderkennzeichen: 13N14607

**LAOLA**

Förderkennzeichen: 03INT509AF

**ProSiSt**

Förderkennzeichen: 03XP0130D

**R2RBattery**

Förderkennzeichen: 03SF0542B

**RadarGlass**

Förderkennzeichen: 03VP03202

## B M W i

Gefördert durch:



*Gefördert durch das Bundesministerium  
für Wirtschaft und Energie.*

**BiSWind**

Förderkennzeichen: 0325891C

**EFFKAB**

Förderkennzeichen: 20K1503G

**Flex-G**

Förderkennzeichen: 03ET1470A

**Glass-at-Service**

Förderkennzeichen: 01MD16008C

**Siphon**

Förderkennzeichen: ZF4597702BA8



## CONTACT

Annett Arnold, M.Sc.

Phone +49 351 2586 333

[annett.arnold@fep.fraunhofer.de](mailto:annett.arnold@fep.fraunhofer.de)

# KONTAKT CONTACT

## Fraunhofer-Institut für Organische Elektronik, Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP

**Standort Winterbergstraße**  
Winterbergstraße 28  
01277 Dresden, Deutschland

**Standort Maria-Reiche-Straße**  
Maria-Reiche-Straße 2  
01109 Dresden, Deutschland

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

 [facebook.com/fraunhoferfep](https://facebook.com/fraunhoferfep)

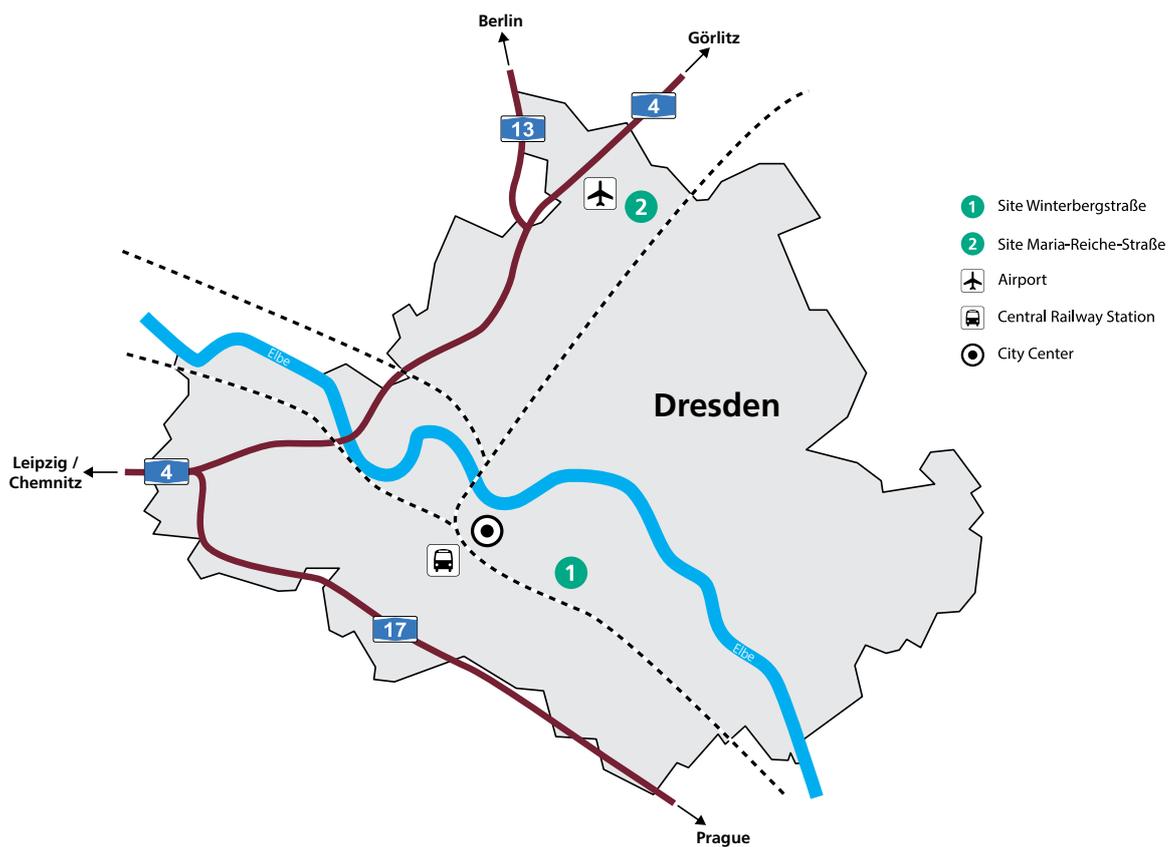
 [twitter.com/fraunhoferfep](https://twitter.com/fraunhoferfep)

 [instagram.com/fraunhoferfep](https://instagram.com/fraunhoferfep)

 [linkedin.com/company/fraunhofer-fep](https://linkedin.com/company/fraunhofer-fep)

 [xing.com/companies/fraunhoferfep](https://xing.com/companies/fraunhoferfep)

 [youtube.com/fraunhoferfep](https://youtube.com/fraunhoferfep)



# IMPRESSUM

## IMPRINT

### Fraunhofer-Institut für Organische Elektronik, Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP

Standort Winterbergstraße  
Winterbergstraße 28  
01277 Dresden, Deutschland

Telefon +49 351 2586 0  
Fax +49 351 2586 105

Standort Maria-Reiche-Straße  
Maria-Reiche-Straße 2  
01109 Dresden, Deutschland

Telefon +49 351 8823 238  
Fax +49 351 8823 394

#### Ansprechpartner

Annett Arnold, M.Sc.  
Unternehmenskommunikation  
Telefon +49 351 2586 333  
annett.arnold@fep.fraunhofer.de

#### Redaktion

Prof. Dr. Volker Kirchhoff  
Ines Schedwill  
Annett Arnold, M.Sc.

#### Layout / Satz

Finn Hoyer

#### Übersetzung

Tim Ryan  
48602-595 Burrard St.  
Vancouver, BC V8L 3X9  
Kanada

#### Druck

Union Druckerei Dresden GmbH  
Hermann-Mende-Straße 7  
01099 Dresden

#### Bildnachweis

Anna Schroll (S. 14, 18)  
Baldauf & Baldauf (S. 19R)  
Claudia Jacquemin (S. 22, 23L)  
Finn Hoyer (S. 5, 10, 13L, 16, 19L, 40L, 41L, 41R)  
Fotolia/Minerva Studio (S. 7)  
Fraunhofer FEP (Titelbild, S. 12, 15L, 20L, 24, 25L, 29L, 35)  
Fraunhofer ILT (S. 35)  
Fraunhofer IOF (S. 35)  
Fraunhofer IPM (S. 35)  
Fraunhofer IST (S. 35)  
Fraunhofer IWS (S. 35)  
Fraunhofer-Gesellschaft (S. 32)  
iStockphoto.com/fhgfep (S. 33)  
Janek Wieczorek (S. 26L, 28)  
Jürgen Lösel (S. 3, 11L, 13R, 21R, 23R, 27R)  
Lyteus (S. 40R)  
Marynchenko Oleksandr / shutterstock (S. 13L)  
Ronald Bonß (S. 11R, 15R, 17R, 25R, 29R, 45)  
Woodoo (S. 21L)

Bei Abdruck ist die Einwilligung der Redaktion erforderlich.  
Reproduction of any material is subject to editorial authorization.

## ÜBER FRAUNHOFER FEP

Das Fraunhofer-Institut für Organische Elektronik, Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP arbeitet an innovativen Lösungen auf den Arbeitsgebieten der Vakuumbeschichtung, der Oberflächenbehandlung und der organischen Halbleiter. Grundlage dieser Arbeiten sind die Kernkompetenzen in der Elektronenstrahltechnologie, Rolle-zu-Rolle-Technologie, der plasmagestützten Großflächen- und Präzisionsbeschichtung sowie in Technologien für organische Elektronik und im IC-Design.

Das Fraunhofer FEP bietet damit ein breites Spektrum an Forschungs-, Entwicklungs- und Pilotfertigungsmöglichkeiten, insbesondere für die Behandlung, Sterilisation, Strukturierung und Veredelung von Oberflächen sowie für OLED-Mikrodisplays, Sensoren, optische Filter und flexibler OLED-Beleuchtung.

Ziel ist, das Innovationspotenzial der Technologien für neuartige Produktionsprozesse und Bauelemente zu erschließen und es für unsere Kunden nutzbar zu machen.

## ABOUT FRAUNHOFER FEP

The Fraunhofer Institute for Organic Electronics, Electron Beam and Plasma Technology FEP works on innovative solutions in the fields of vacuum coating, surface treatment as well as organic semiconductors. The core competencies electron beam technologies, roll-to-roll technology, plasma-activated large-area and precision coating as well as technologies for organic electronics and IC design provide a basis for these activities.

Thus, Fraunhofer FEP offers a wide range of possibilities for research, development and pilot production, especially for the processing, sterilization, structuring and refining of surfaces as well as OLED microdisplays, sensors, optical filters and flexible OLED lighting.

Our aim is to seize the innovation potential of the electron beam, plasma technology and organic electronics for new production processes and devices and to make it available for our customers.



Management  
System  
ISO 9001:2015  
ISO 50001:2018

[www.tuv.com](http://www.tuv.com)  
ID 9105050079