



**JAHRESBERICHT**  
**2015/16**

## 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 Elektronenstrahltechnologie, Sputtern, plasmaaktivierte Hochratebedampfung und Hochrate-PECVD sowie Technologien für organische Elektronik und IC-/Systemdesign.

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

Ziel ist, das Innovationspotenzial der Elektronenstrahl-, Plasmatechnik und organischen Elektronik für neuartige Produktionsprozesse und Bauelemente zu erschließen und es für unsere Kunden nutzbar zu machen.

Das COMEDD (Center for Organics, Materials and Electronic Devices Dresden) führt seit 2014 alle bisherigen Aktivitäten im Bereich der organischen Elektronik unter dem Dach des Fraunhofer FEP weiter.

## ABOUT FRAUNHOFER FEP

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 competences electron beam technology, sputtering, plasma-activated deposition and high-rate PECVD 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.

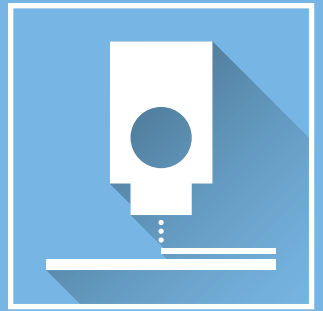
COMEDD (Center for Organics, Materials and Electronic Devices Dresden) with all known activities in organic electronics is now acting as a new business unit at Fraunhofer FEP, Dresden, Germany.



Management  
System  
ISO 9001:2015

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

# JAHRESBERICHT 2015/16



# INHALT

## ALLGEMEINER TEIL

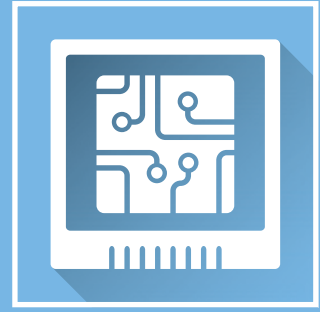
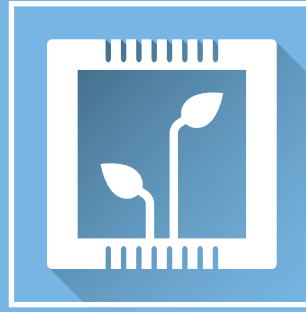
- Vorwort | 4
- Das Institut in Zahlen | 6
- Organisationsstruktur | 10
- Kuratorium | 11

## AUS DER FORSCHUNG

- Flexible Organische Elektronik | 13
- Mikrodisplays und Sensorik | 17
- Elektronenstrahl | 21
- Plasma | 25
- Flexible Produkte | 29
- Präzisionsbeschichtung | 33
- Werkstoffkunde/Analytik | 37
- Systeme | 41
- Anlagentechnik und Technologien | 45

## ANHANG

- Fraunhofer-Verbund Light & Surfaces | 52
- Mitgliedschaften und Kooperationen | 54
- Die Fraunhofer-Gesellschaft | 55
- Namen, Daten und Ereignisse | 56
- Kontakt | 70
- Impressum | 72



# CONTENTS

## GENERAL PART

- Foreword | 5
- The Institute in Figures | 8
- Organizational Structure | 10
- Advisory Board | 11

## RESEARCH NEWS

- Flexible Organic Electronics | 13
- Microdisplays and Sensors | 17
- Electron Beam | 21
- Plasma | 25
- Flexible Products | 29
- Precision Coating | 33
- Materials Analysis | 37
- Systems | 41
- Equipment and Technologies | 45

## APPENDIX

- Fraunhofer Group for Light & Surfaces | 52
- Memberships and collaboration | 54
- The Fraunhofer-Gesellschaft | 55
- Names, Dates and Events | 56
- Contact | 70
- Editorial notes | 72



## VORWORT

Liebe Partner des Fraunhofer FEP, liebe Leserinnen und Leser,

das Fraunhofer FEP kann auf ein erfolgreiches Jahr 2015 zurückblicken. 2015 stand am Fraunhofer FEP im Zeichen der Zusammenführung von Kompetenzen in der Beschichtung, Oberflächenmodifizierung und organischen Elektronik. Wir freuen uns, dass dieser Prozess reibungslos verläuft und neue Potenziale für diese Forschungsgebiete eröffnet. Alle Mitarbeiter haben dazu mit ihrem Engagement wesentlich beigetragen.

Bei der Bündelung von Technologien wurden zwei Schwerpunkte definiert: Verkapselung von organischer Elektronik und Strukturierung von organischen Materialien. Die Aktivitäten in der Verkapselung umfassen die Entwicklung von Ultra-Hochbarrieren, die anschließend direkt am OLED-System, inklusive Kontaktierung und Laminierung, getestet werden können.

Die ersten Ergebnisse zur Strukturierung liegen bereits vor und werden auf der Display Week 2016 in San Francisco präsentiert.

Darüber hinaus wurden am Fraunhofer FEP neue Technologien eingeführt. Dazu gehört die Anlage *atmoFlex* zur Bearbeitung von flexiblen Substraten unter Atmosphäre. Die Anlage ist mit einer Elektronenstrahlvorrichtung ausgestattet, die durch Vernetzung von Monomeren eine Pilotentwicklung von Funktionsschichten für vielfältige Anwendungen ermöglicht.

Darüber hinaus wurde die Anlage *Novella* zur Beschichtung von 3D-Bauteilen in Betrieb genommen. Durch die Kombination von unterschiedlichen PVD-Verfahren, Sputtern und Elektronenstrahlverdampfung, werden damit mehrschichtige Strukturen zur Optimierung von Produkteigenschaften erreicht. Diese Beschichtungsstrukturen sorgen dann, zum Beispiel, dafür, dass die Bauteile, umgeben von aggressiven Medien und bei hohen Temperaturen, intakt bleiben.

Weiterhin wurden erfolgreich Experimente zur Sterilisation von biologischem Gewebe mit dem Elektronenstrahl fortgesetzt. Das Fraunhofer FEP, als Vorreiter auf dem Gebiet, kann für sich damit einen Wissensvorsprung sichern, der wiederum von Kooperationspartnern aus der Medizintechnik genutzt werden kann. Im Hinblick auf die Historie des Fraunhofer FEP hat diese Entwicklung eine besondere Bedeutung: damit wird eine weitere Anwendung für den Elektronenstrahl erschlossen. Das Ziel ist, den Elektronenstrahl in Zukunft vor Ort im klinischen Umfeld einzusetzen.

Im Bereich Mikrodисplays und Sensorik ist es uns gelungen, in große Industriekonsortien einzusteigen, um die Einführung von Mikrodисplays zur Unterstützung von Produktionsprozessen zu evaluieren.

Mehrere Bereiche am Fraunhofer FEP arbeiten an Technologien für Wearables. Dazu gehören unter anderem dünne piezoelektrische Schichten zum Energy Harvesting. Im Bereich Präzisionsbeschichtung wurde bereits ein Prozess zur Abscheidung von piezoelektrischen Schichten mit hervorragenden Ergebnissen etabliert. Im Bereich Flexible Organische Elektronik werden Ansätze für die Integration von Licht in Textil für Mode- und Sicherheitsanwendungen verfolgt. Der Trend zu flexiblen und interaktiven Systemen steigt von Jahr zu Jahr. Immer mehr Textilien sollen damit versehen werden. Diese Entwicklung nehmen wir im Projekt *flex+* „Open Innovation“ auf, um mit den Partnern aus der Region vorhandene Technologien in flexible und smarte Produkte zu übertragen.

Alle Interessierte laden wir zum Ideenaustausch herzlich ein und bedanken uns ausdrücklich bei unseren Kunden und Partnern für die gute Zusammenarbeit. ■

  
Prof. Dr. Volker Kirchhoff

## FOREWORD

Dear Fraunhofer FEP partners and readers,

Fraunhofer FEP can look back upon a successful 2015. It was a year symbolized by the melding of expertise in coating technologies, surface modification, and organic electronics. We are pleased that this process ran smoothly and has unlocked new potential for these research areas. All of our staff members have contributed to this effort with considerable commitment and dedication.

Two priorities were defined for this focused pooling of technologies: encapsulation of organic electronics and structuralization of organic materials. The encapsulation activities comprise the development of hermetic barrier coatings that can be subsequently tested directly with OLED systems, including their electrical contact technologies and laminating processes.

The initial results on structuralizing are already in and will be presented at Display Week 2016 in San Francisco.

Moreover, new technologies were introduced at Fraunhofer FEP. These include the atmoFlex facility for processing flexible substrates at atmospheric pressure. The facility is equipped with an electron beam that can cross-link monomers for pilot development of functional layers applicable to a broad range of applications.

In addition, the Novella facility for coating 3D components commenced operation. It enables multilayer structures to be fabricated through a combination of various PVD processes, sputtering, and electron beam evaporation for optimizing the properties of products. These coating structures provide components with the ability to survive aggressive chemical environments and high temperatures, for example.

Successful experiments continued for sterilizing biological tissue using electron beams. Fraunhofer FEP, a pioneer in the field, has secured a head start in knowledge that in turn can be utilized in collaboration with our partners in medical engineering. This development has a place of particular importance in the history of Fraunhofer FEP: it represents the discovery and emergence of an additional application for electron beam technology. The objective is to employ the electron beam on-site in a clinical environment in the future.

In the area of microdisplays and sensors, we have been successful in joining a large industrial consortium in order to evaluate the introduction of microdisplays for support of production processes.

Several areas at Fraunhofer FEP are working on technologies for wearables. These include thin piezoelectric strata for energy harvesting, among others. In the area of precision coating, a process for depositing piezoelectric layers has already been developed with outstanding results. In flexible organic electronics, approaches are being pursued for integrating the use of light in textiles for fashion and security applications. The trend toward flexible and interactive systems is growing stronger every year. More and more textiles are being provided with these features. We are taking on this development under the flex+ Consortium "Open Innovation" project in order to transfer current technologies into flexible and smart products in collaboration with partners from the region.

We cordially invite all interested parties to an exchange of ideas and wish to expressly thank our clients and partners for their excellent cooperation this past year. ■



Prof. Dr. Volker Kirchhoff



## DAS INSTITUT IN ZAHLEN

### Ertragsentwicklung

Im Haushaltsjahr 2015 wurde der Integrationsprozess der beiden Kostenstellen FEP-061 und FEP-162 (COMEDD) erfolgreich fortgesetzt. Das Gesamtinstitut FEP wird im Folgendem dargestellt.

### Entwicklung der Gesamtaufwendungen

Der Gesamtaufwand aus Betriebs- und Investitionshaushalt betrug 27,8 Millionen Euro. Im Betrachtungszeitraum wurden 3,4 Millionen Euro, davon 0,8 Millionen Euro aus dem zentralen Strategiefonds, in Gerätetechnik und Infrastruktur investiert. Diese Investitionen dienen der Weiterführung der Geschäftsfelder und insbesondere der Realisierung laufender Forschungsvorhaben und bilden gleichzeitig den Garant für künftige Forschungsarbeiten. Der Anteil der Personalaufwendungen belief sich auf 12,8 Millionen Euro, dies entspricht 53 Prozent des Betriebshaushalts in Höhe von 24,4 Millionen Euro. Der Sachaufwand betrug 11,6 Millionen Euro.

Das Institut kann auf ein beachtenswertes Geschäftsjahr zurückblicken. Besondere Herausforderungen in der Projektarbeit waren sehr volumenstarke Industrieprojekte sowie die anspruchsvollen Terminstellungen bei einer Vielzahl von Fördervorhaben. Aufgrund erfolgreicher Akquisition konnte das Fraunhofer FEP durch direkte Aufträge aus der Industrie 8,9 Millionen Euro erwirtschaften. Aus öffentlichen Projekten, gefördert von Bund und Ländern, wurden Erträge in Höhe von 8,4 Millionen Euro erzielt. Davon konnte ein Anteil in Höhe von 1,3 Millionen Euro durch öffentlich geförderte Projekte gemeinsam mit mittelständigen Unternehmen, gefördert durch das Sächsische Staatsministerium für Wissenschaft und

Kunst und das Sächsische Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr, eingeworben werden. Die Quote der externen Erträge aus Projekten mit der Wirtschaft, den öffentlichen und sonstigen Auftraggebern, also der Drittmittelanteil, lag damit bei 71,1 Prozent und entspricht einem Volumen von 17,3 Millionen Euro. Der Grundfinanzungsverbrauch im Betriebshaushalt betrug 7,1 Millionen Euro.

Die im Berichtszeitraum erzielten Erträge gliedern sich in den Kostenstellen wie folgt:

	061	162
▪ Wirtschaftserträge (Auftragsforschung Wirtschaft)	7,0 Mio. €	1,9 Mio. €
▪ Öffentliche Erträge (Vertragsforschung Bund)	2,2 Mio. €	1,1 Mio. €
▪ Öffentliche Erträge (Vertragsforschung Länder)	1,0 Mio. €	0,3 Mio. €
▪ EU und sonstige Erträge	1,9 Mio. €	1,9 Mio. €

### Mitarbeiterentwicklung

Im vergangenen Jahr waren 197 Mitarbeiter, davon 5 Auszubildende, und zusätzlich 40 Praktikanten sowie 68 wissenschaftliche Hilfskräfte im Institut tätig. Von den 94 Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern, die als Wissenschaftler beschäftigt waren, arbeiteten 21 Wissenschaftler zusätzlich an ihren Promotionsthemen. Der Frauenanteil im Wissenschaftlerbereich betrug 24 Prozent. Die Ausbildung junger Wissenschaftler bestimmte auch im vergangenen Jahr unsere Prioritäten in der Personalstrategie. Durch die Vergabe attraktiver Diplom-, Bachelor- und Promotionsthemen gelang es,



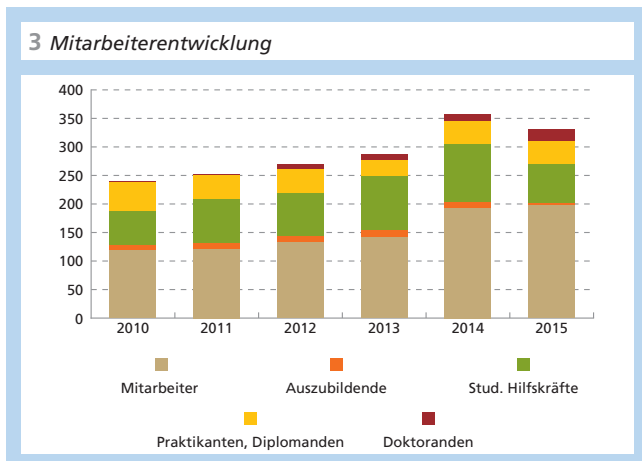
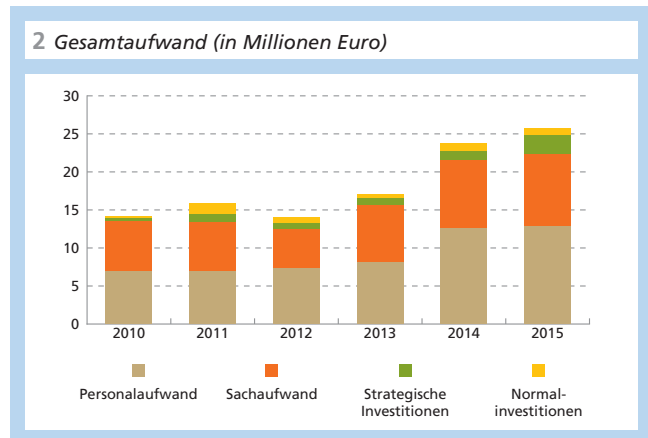
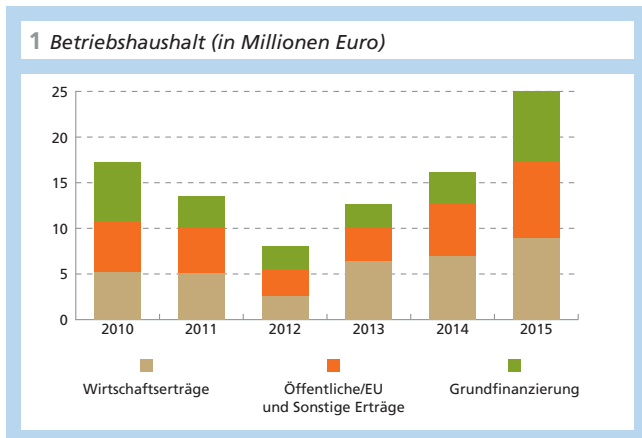


Veit Mittag  
 Telefon +49 351 2586-405  
 veit.mittag@fep.fraunhofer.de

dass hochmotivierte Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler erfolgreich ihre Abschlüsse erzielen konnten.

Im Bereich des technischen Nachwuchses setzten wir auch im Jahr 2015 auf eine gezielte Lehrausbildung gemeinsam mit den jeweiligen Berufsschulen. Langjähriger Partner für die Ausbildung von Physiklaboranten ist dabei die Sächsische Bildungsgesellschaft Dresden. Der IHK Dresden und allen Einrichtungen, die am Erfolg unserer Auszubildenden wesent-

lichen Anteil hatten und haben, gilt unser Dank. Der Dank gilt aber auch den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern unseres Instituts, die neben ihren Haupttätigkeiten die fachgerechte Ausbildung unserer künftigen Mitarbeiter stets mit großem persönlichem Engagement gewährleisten. Im Jahr 2015 konnte leider kein neuer Auszubildender seine Lehre am Institut aufnehmen. In der Ausbildung befanden sich somit 5 Auszubildende: ein BA-Student, ein Physiklaborant, ein Elektroniker, ein Fachinformatiker und eine Bürokauffrau. ■





## THE INSTITUTE IN FIGURES

### Annual proceeds

The integration process of the two cost centers (FEP-061 and FEP-162/COMEDD) was successfully continued during the 2015 budgetary period. The entire FEP institute is depicted in the following.

### Annual total expenditures

Total expenditures from the operating and investment budget amounted to 27.8 million Euros. 3.4 million Euros was invested in equipment and infrastructure during the period under consideration, of which 0.8 million Euros was from the central Strategy Fund. These investments serve to continue the activities of the business units and in particular the realization of research projects in progress, while simultaneously representing a guaranty of future research work. Personnel expenditures totaled 12.8 million Euros, representing 53 percent of the operating budget (24.4 million Euros). Material costs amounted to 11.6 million Euros.

The institute can look back on a business year worthy of note. Particular challenges in project work included a very high volume of industrial projects as well as demanding deadlines posed by numerous funding processes and proposals. Thanks to successful canvassing efforts, Fraunhofer FEP was able to bring in 8.9 million Euros of new business from industry through direct contracts. Proceeds of 8.4 million Euros were obtained from public projects funded by the federal and state governments. A portion of these, amounting to 1.3 million Euros, was attracted through joint publicly funded projects with mid-cap companies from the Saxony State Ministry of the Arts and Sciences (SMWK) and the Saxony State Ministry for

Economy, Employment, and Transportation (SMWA). The share of proceeds from external projects with business, public clients as well as miscellaneous clients (i.e. the third-party funding portion) was 71.1 percent represented by 17.3 million Euros. The expenditure of institutional capital for the operating budget ran to 7.1 million Euros.

The proceeds broken out by cost center during the reporting period are as follows:

	061	162
▪ Commercial proceeds (commercial contract research)	7.0 million €	1.9 million €
▪ Public proceeds (federal contract research)	2.2 million €	1.1 million €
▪ Public proceeds (state contract research)	1.0 million €	0.3 million €
▪ EU and misc. proceeds	1.9 million €	1.9 million €

### Personnel development

197 staff members were employed at the institute during the past year, of which five were trainees, along with 40 student trainees as well as 68 scientific assistants. Of the 94 staff members that were employed as scientists, 21 were additionally working on their doctoral degrees. The proportion of females in the scientific area amounted to 24 percent. The education and training of young scientists again defined the priorities for our personnel strategy during the past year as well. Having provided attractive diploma, bachelor, and doctoral topics enabled the highly motivated scientists to successfully complete their studies.



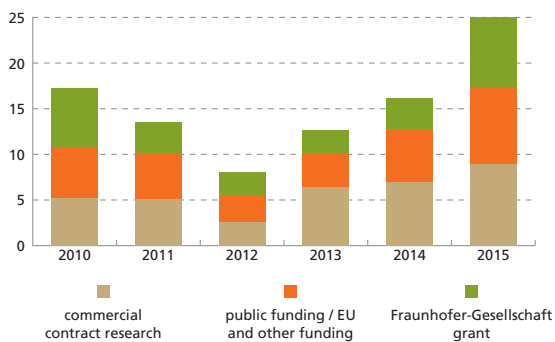
Veit Mittag  
 Phone +49 351 2586-405  
 veit.mittag@fep.fraunhofer.de

In the area of technical training for the next generation, we again committed to focused joint apprenticeship programs with the relevant trade schools in 2015. The Saxony state educational institute in Dresden (Sächsische Bildungsgesellschaft Dresden) has been our long-term partner for training physics laboratory assistants. The Dresden International Chamber of Commerce (IHK Dresden) and all of the institutions that have shared in the successful education of our trainees deserve our thanks. Our thanks as well to the staff members

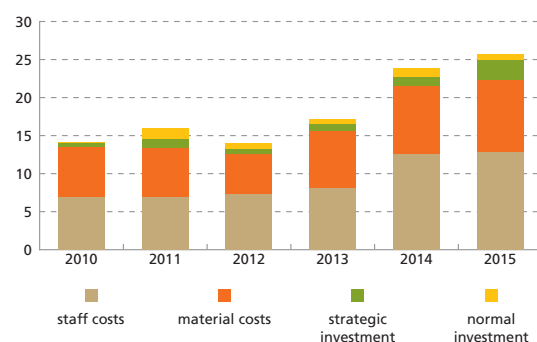
of our institute who, alongside their main responsibilities, constantly ensure through their personal dedication that our future staff members have received technically correct training.

Unfortunately, no new trainees were able to take up training at the institute in 2015. Therefore, one BA student, a physics laboratory assistant, an electronics technician, a technical IT specialist and a clerical worker were receiving their education in our institute. ■

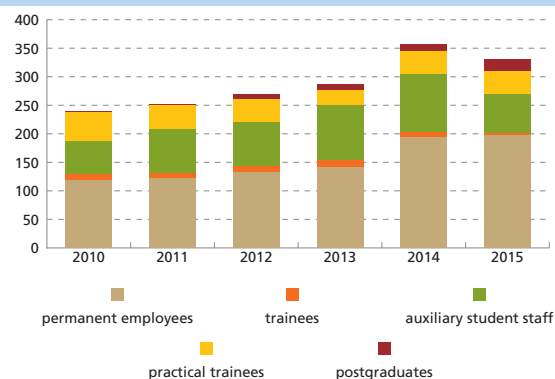
### 1 Operating budget (in million Euros)



### 2 Investment and total costs (in million Euros)



### 3 Fraunhofer FEP staff



# ORGANISATIONSTRUKTUR

## ORGANIZATIONAL STRUCTURE

### INSTITUTSLEITUNG

**Institutsleiter:** Prof. Dr. Volker Kirchhoff

**Verwaltung:** Veit Mittag

**Marketing:** Ines Schedwill

**Unternehmenskommunikation:** Annett Arnold

**QM / Wissensmanagement:** Sabine Nolting

**Stellvertreter:** Dr. Nicolas Schiller | Dr. Uwe Vogel

**Schutzrechte / Verträge:** Jörg Kubusch

**Teamassistentz / Bibliothek:** Annett Nedjalkov

**Technik:** Gerd Obenaus

**Informationstechnologie:** Roberto Wenzel

### FLEXIBLE ORGANISCHE ELEKTRONIK

**Leitung:** Dr. Christian May

**S2S Organik-Technologie:** Dr. Christian May

**Organic Cleanroom:** Maik Schober

**R2R Organik-Technologie:** Dr. Stefan Mogck

### MIKRODISPLAYS UND SENSORIK

**Leitung:** Dr. Uwe Vogel

**Organic Microelectronic Devices:** Dr. Olaf Hild

**IC und Systemdesign:** Bernd Richter

**Microdisplay Cleanroom:** Mario Metzner

### ELEKTRONENSTRAHL

**Leitung:** Prof. Dr. Christoph Metzner

**Elektronenstrahl-Prozesse:** Frank-Holm Rögner

**Beschichtung Metall und PV:** Prof. Dr. Christoph Metzner

### PLASMA

**Leitung:** Dr. Torsten Kopte

**Beschichtung Flachsubstrate:** Dr. Torsten Kopte

**Medizinische Applikationen:** Dr. Jessy Schönfelder

### FLEXIBLE PRODUKTE

**Leitung:** Dr. Nicolas Schiller

**Flexible Produkte:** Dr. Nicolas Schiller

**coFlex:** Dr. Matthias Fahland

**novoFlex:** Steffen Straach

**labFlex:** Dr. John Fahlteich

**atmoFlex:** Dr. Steffen Günther

### PRÄZISIONSBESCHICHTUNG

**Leitung:** Dr. Peter Frach

**Stationäre Beschichtung:** Dr. Hagen Bartzsch

**Dynamische Beschichtung:** Dr. Daniel Glöß

### WERKSTOFFKUNDE / ANALYTIK

**Leitung:** Dr. Olaf Zywitzki

### SYSTEME

**Leitung:** Henrik Flaske

**Kooperation:** Steffen Kaufmann

**Musterbau:** Rainer Zeibe

**Elektronik-Entwicklung:** Dieter Leffler

**Mechanik-Entwicklung:** Henrik Flaske



**KURATORIUM  
ADVISORY BOARD**

# KURATORIUM ADVISORY BOARD

## MITGLIEDER DES KURATORIUMS

Dr.	Ulrich	Engel	Kuratoriumsvorsitzender
MRin	Annerose	Beck	Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr Leitung Referat 43: Bund-Länder-Forschungseinrichtungen
Prof. Dr.	Herwig	Buchholz	Merck KGaA, OLED Chemistry and Strategic Developments Performance Materials Division
Dr.	Bernd	Fischer	DR. JOHANNES HEIDENHAIN GmbH, Leiter Anlagenbau Teilungen
Prof. Dr. med.	Richard	Funk	TU Dresden, Medizinische Fakultät Institut für Anatomie, Institutsdirektor
Prof. Dr.-Ing. habil.	Gerald	Gerlach	TU Dresden, Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik Institut für Festkörperelektronik, Institutsdirektor
Dipl.-Ing.	Dirk	Hilbert	Landeshauptstadt Dresden, Oberbürgermeister
	Konrad	Herre	Organic Electronics Saxony e. V., Vorstandsvorsitzender
	Ralf	Kretzschmar	Pharmatec GmbH – A Bosch Packaging Technology Company General Manager
Prof. Dr.-Ing.	Thomas	Mikolajick	NaMLab GmbH, Scientific Director
Dipl.-Ing.	Peter G.	Nothnagel	Wirtschaftsförderung Sachsen GmbH, Geschäftsführer
Dipl.-Ing.	Tino	Petsch	3D-Micromac AG, Vorstandsvorsitzender
	Robin	Schild	VON ARDENNE GmbH, Geschäftsführer
Dr.	Bernd	Schulte	aixtron SE, Executive Vice President and Chief Operating Officer
Dr.	Norbert	Thyssen	Infineon Technologies AG, Director Customer Service & Products
Dr.	Michael	Zeuner	scia Systems GmbH, Chief Executive Officer

## GÄSTE DES KURATORIUMS

MR	Christoph	Zimmer-Conrad	Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr Leitung Referat 37: Technologiepolitik, Technologieförderung
Dr.	Patrick	Hoyer	Fraunhofer-Gesellschaft, Institutsbetreuer
Dr.	Alexander	Kurz	Fraunhofer-Gesellschaft, Vorstand Personal, Recht und Verwertung
Dr.	Margit	Sarstedt	Meyer Burger Technology AG, Geschäftsbereichsleiterin Microsystems
Dr.	Hans-Ulrich	Wiese	ehem. Vorstand der Fraunhofer-Gesellschaft

FLEXIBLE ORGANISCHE ELEKTRONIK  
FLEXIBLE ORGANIC ELECTRONICS





Dr. Christian May  
Telefon +49 351 8823-309  
christian.may@fep.fraunhofer.de

## FLEXIBLE ORGANISCHE ELEKTRONIK FLEXIBLE ORGANIC ELECTRONICS

Prozesse und Technologien für optoelektronische Bauelemente mit organischen Halbleitern für großflächige Anwendungen auf flexiblen Substratmaterialien stehen im Fokus der Entwicklungsarbeiten. Für kundenspezifische Forschungs- und Entwicklungsprojekte zu zukunftsweisenden Beleuchtungslösungen – vorrangig auf dem Gebiet der OLED-Technologie – bietet der Bereich ein umfassendes Leistungsangebot entlang der gesamten Wertschöpfungskette zur Herstellung von Bauelementen und Systemen der organischen Elektronik.

The development work focuses on processes and technologies for optoelectronic components using organic semiconductors made on flexible substrate materials for large area applications. The division carries out customer-tailored R&D projects for trailblazing new illumination solutions – primarily in the field of OLED technology – and offers a comprehensive array of capabilities and services spanning the entire value-added manufacturing chain of components and systems of organic electronics.



Personal  
31



Budget  
3.800.000 €



Funded by  
the European Union

Das Forschungsvorhaben »Tresores« wurde von der Europäischen Kommission im 7. Rahmenprogramm (FP7) gefördert. Förderkennzeichen: 314068

Die große Stärke ist die Verfügbarkeit zahlreicher Prozesse und Anlagen, sowie eines Reinraums, die durch geschickte Kombination der Verfahren und Prozesse Produktentwicklungen und -innovationen ermöglichen. Es stehen verschiedene Beschichtungstechnologien, wie die Vakuumverdampfung von organischen und anorganischen Materialien, die Atomic-Layer-Deposition (ALD), genauso wie Druck- und Laminationsverfahren sowie Laserablation zu Verfügung. Viele dieser Prozesse können ohne Vakuumbruch oder unter Inertbedingungen durchgeführt und kombiniert werden. Flankiert werden die präparativen Technologien durch leistungsfähige Mess- und Charakterisierungseinrichtungen, die auf die elektrische und optische Analyse von OLED, organischen Solarzellen und Photodioden optimiert sind.

Die Entwicklung für flexible OLED-Module findet sowohl auf Einzelsubstraten (Bögen) als auch Rollenware (Rolle-zu-Rolle) statt. Eine Prozessierung auf starren Substraten wie Glas oder Metallplatten ist ebenfalls möglich.

Der Bereich bietet seinen Kunden die Entwicklung von Prozessen und Technologien zur effektiven Herstellung innovativer OLED-Beleuchtungslösungen. Typische Aufgaben betreffen u. a. Layout und Herstellung von OLED-Demonstratoren zur Erschließung neuer Anwendungsfelder, Schichtstapel-Entwicklung und Effizienzsteigerung für OLED sowie Evaluierung von Barrierefolien für flexible OLED.

Hierfür bietet der Bereich unter anderem folgende Leistungen:

- Prozess- und Technologieentwicklung von OLED-Beleuchtung auf starren und flexiblen Substraten
- Applikationsintegration
- Demonstratorentwicklung und -fertigung
- Machbarkeitsstudien, Beratung, Schulung
- Pilotfertigungsmöglichkeiten für kleine Serien bzw. Transfer zu anderen Fertigungsfirmen

Auch im Jahr 2015 wurden eine Vielzahl von Projekten mit industriellen Auftraggebern als auch öffentlich geförderte Projekte – wie z. B. das BMBF-Projekt R2D2 und das EU-Projekt TREASORES – erfolgreich bearbeitet und abgeschlossen. Neue Projekte, die den Bereich in seiner Entwicklung unterstützen, wurden erfolgreich akquiriert. So wird ab 2016 im Rahmen des EU-geförderten Projekts PI-SCALE eine gemeinsame Open-Access-Pilotlinien-Infrastruktur für flexible OLED-Technologie gemeinsam mit anderen europäischen Forschungszentren eingerichtet. Ziel des Projekts ist die Beschleunigung der Industrialisierung der flexiblen OLED-Technologie in Europa.

#### **TREASORES: Transparente Elektroden für die großflächige Herstellung von organischen optoelektronischen Bauelementen**

2015 wurde das seit 2012 laufende EU-Projekt TREASORES mit großem Erfolg abgeschlossen. Fraunhofer FEP hat in diesem Projekt die von den Projektpartnern entwickelten transparenten Elektroden und Barrierematerialien für den Einsatz in der nächsten Generation flexibler Optoelektronik evaluiert und erfolgreich in den OLED-Herstellungsprozess integriert. Die oben gezeigte Rolle mit dem in die OLED integrierten Projektlogo entstand auf einer vom Projektpartner ROWO Coating GmbH hergestellten dünnen Silberelektrode. Aufgrund der neuen Elektroden war die OLED-Lichtquelle sehr homogen über eine große Fläche und wies eine Effizienz von 25 Lumen pro Watt auf, was einen Meilenstein in der Rolle-zu-Rolle-Fertigungstechnik darstellt. ■





The real strength is the availability of numerous processes and installations as well as a cleanroom, which together facilitate product development and innovation through the powerful combination of methodology and processes. Various coating technologies are available, such as vacuum evaporation deposition of organic and inorganic materials, atomic layer deposition (ALD), printing and lamination techniques as well as laser ablation. Many of these processes can be applied and combined without breaking vacuum or in an inert environment. The sample preparation technology is complemented by high-accuracy measurement and characterization equipment optimized for electrical and optical analyses of OLEDs, organic solar cells, and photodiodes.

Development work for flexible OLED modules takes place on individual sheets as well as on rolls (roll-to-roll processing). Processing rigid substrates such as glass or metal plate is likewise available.

The division offers its clients development of processes and technologies for effective manufacturing of innovative OLED lighting solutions. Typical projects involve layout and manufacture of OLED demonstrators for addressing new application fields, OLED stack development, efficacy enhancement for OLEDs as well as evaluation of barrier foils for flexible OLEDs.

The division capabilities and services for this purpose include:

- Process and technology development of OLED illumination on rigid and flexible substrates
- Integration into applications
- Demonstrator development and fabrication
- Feasibility studies, consulting, and training
- Pilot fab availability for small runs and transfer to other fabrication firms

Numerous contract research projects from industrial companies as well as publicly funded projects – such as the R2D2 project from the German Federal Ministry of Education and Research (BMBF) and the EU TREASORES project – were again carried out and concluded in 2015. New projects that will contribute to the division's advancement were successfully applied for. As a result, a joint Open Access pilot production line for flexible OLED technology will be set up in conjunction with other European research centers under the EU-funded PI-SCALE project from 2016. The objective of the project is to accelerate the industrialization of flexible OLED technology in Europe.

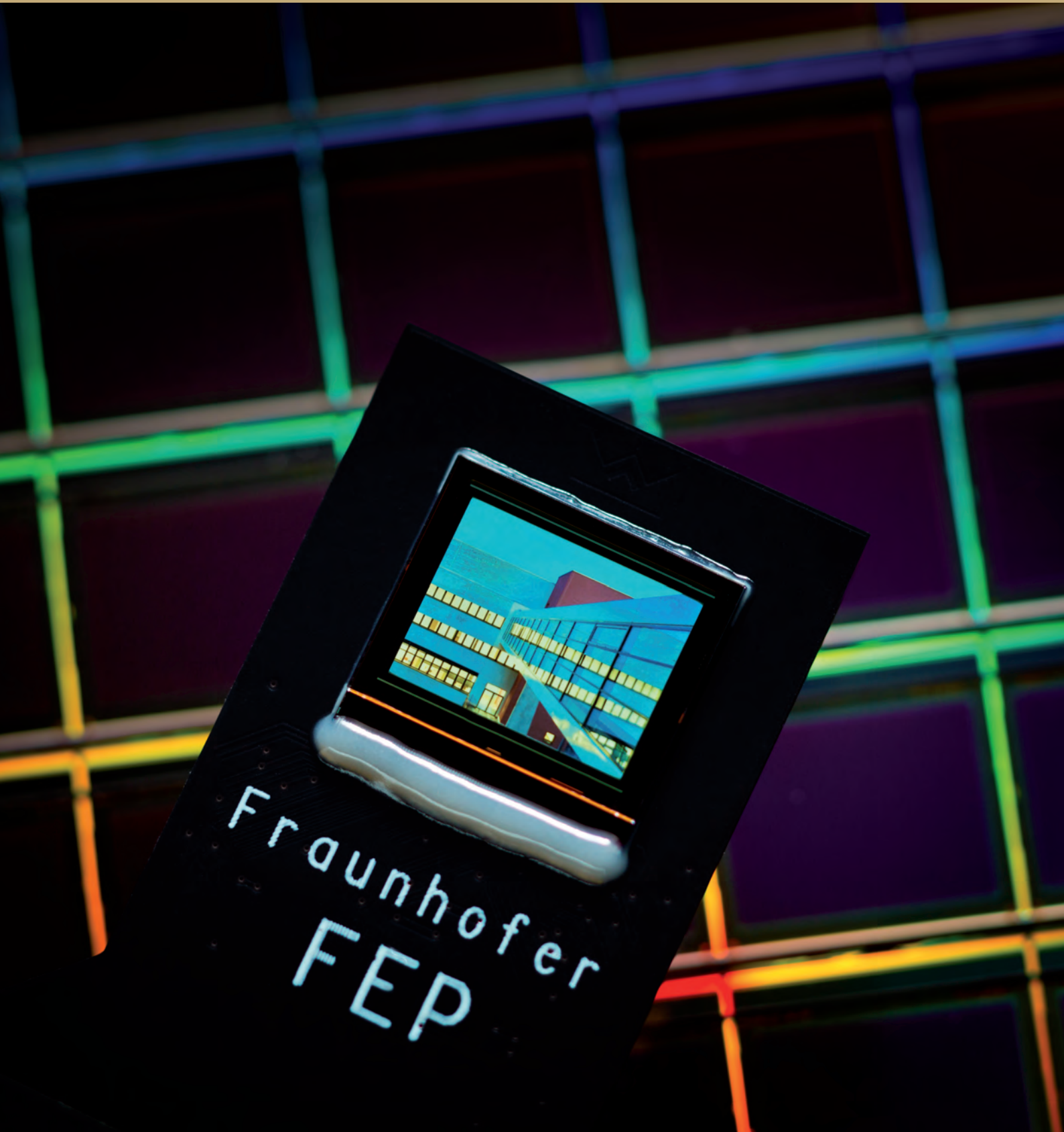
**TREASORES: Transparent electrodes for large-area, large-scale production of organic optoelectronic devices**

The EU project TREASORES, underway since 2012, concluded in 2015 with great success. Fraunhofer FEP evaluated transparent electrodes and barrier materials developed by the project partners for employment in next-generation flexible optoelectronics, and successfully integrated them into the OLED production process.

The roll in the above left picture showing the project logo integrated into the OLED was created using silver electrode material manufactured by project partner ROWO Coating GmbH.

As a result of the new electrodes, the OLED light source was very homogenous over a large area and exhibited efficiency of 25 lumens per watt, representing a milestone in roll-to-roll fabrication engineering. ■

MIKRODISPLAYS UND SENSORIK  
MICRODISPLAYS AND SENSORS





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

## MIKRODISPLAYS UND SENSORIK MICRODISPLAYS AND SENSORS

Das Fraunhofer FEP verfügt über weltweit einzigartiges und patentiertes Know-how für die Kombination von OLED-Mikrodisplays mit Photodioden. Am Institut können nicht nur kundenspezifische OLED-Mikrodisplays entworfen, entwickelt und gefertigt werden, sondern diese Mikrodisplays können ebenso über eine Bildsensorfunktion verfügen. In interaktiven Datenbrillen vermitteln solche Displays beispielsweise Informationen und die integrierte Bildsensorfunktion ermöglicht die Steuerung dieser Daten durch Augenbewegungen, die per Eye-Tracking aufgenommen werden können. Eine solche Technologie ist jedoch nicht nur für Mikrodisplays sinnvoll, sie bringt auch neuartige Sensoren hervor: Lichtquelle (spektral abgestimmt), Sensorik und Auswertung auf einem einzigen Mikrochip.

Fraunhofer FEP has at its disposal unique patented know-how for combining OLED microdisplays with photodiodes. Not only customer-specific OLED microdisplays can be designed, developed, and fabricated at the Institute, but these microdisplays can even incorporate image sensor capability. These kinds of displays communicate information in interactive data glasses for example, while the integrated image sensor facilitates control of these data by means of eye movements that can be recorded using eye-tracking. This kind of technology is practical not only for microdisplays, however; it gives rise to novel sensors as well. A light source (spectrally matched), sensor circuitry, and analysis all on a single microchip.



Personal  
22



Budget  
2.900.000 €



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

Gefördert aus Mitteln der Europäischen Union und des Freistaates Sachsen.  
Förderkennzeichen: 100070897

### **Organik-auf-Silizium-Pilotlinie**

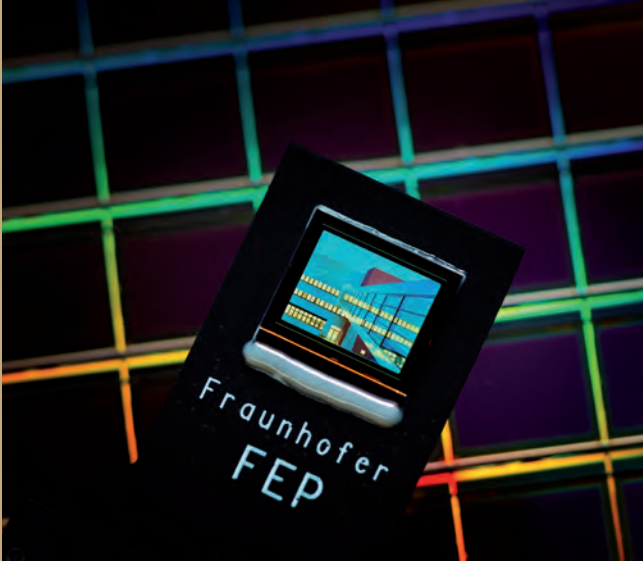
Für Forschung, Entwicklung und Fertigung solcher Mikrodisplays und Sensoren steht am Fraunhofer FEP eine komplette Pilot-Fertigungslinie zur Verfügung. So ist es möglich, zum Beispiel eine Kombination aus Flüssigphasen- und Vakuumprozessen anzubieten, um neue Materialkombinationen auf produktionsfähigen Anlagen zu evaluieren und bis hin zur Kleinserienfertigung zu optimieren. Diese organischen Bauelemente können dann in schneller Abfolge mit hoher Genauigkeit und Reproduzierbarkeit hergestellt werden. Dank der Unterstützung dieser Investition durch den Freistaat Sachsen und die Europäische Union (EFRE) können wir somit einzigartiges Know-How mit weltweit modernstem Equipment verbinden. Insbesondere für bidirektionale OLED-Mikrodisplays in interaktiven Datenbrillen und künftige integrierte OLED-auf-Silizium-Opto-Sensoren für Industrie, Medizin oder Biotechnologie wird die Anlage bislang unerreichte Performance für Forschung und Entwicklung sowie Pilotfertigung bieten. Es können Kombinationen aus kleinen Molekülen und Polymeren auf einem Wafer zu hocheffizienten Bauelementen abgeschieden und mittels Dünnschichtverkapselung gegen Sauerstoff und Wasser verkapselt werden. Silizium- und Glaswafer können in der Linie beschichtet werden. Außerdem ist die Beschichtung und Verkapselung von flexiblen Bauelementen durch Folien auf Trägerwafern möglich. Die Pilotlinie bietet auch eine Vielzahl weiterer Prozesse. Eine vollständige lithographische Strukturierung mittels 1:1 Belichter und Spincoater ermöglicht das Aufbringen von verschiedenen Lacken und Organikschichten für kundenspezifische Layouts. Zusätzlich können Wafer hochpräzise  $<1 \mu\text{m}$  gegeneinander ausgerichtet und gebondet werden. Die elektro-optische Vermessung auf einem Nadelproker rundet das Technologiepaket in der Wafer-Pilotlinie ab und ermöglicht äußerst schnelle Entwicklungszeiträume durch die Kombination von Schichterzeugung und Charakterisierung in einem Reinraum.

### **IC- und System-Design**

Die Kernkompetenz »IC und System-Design« erforscht und entwickelt integrierte Schaltkreise und elektrooptische Systeme. Das Portfolio reicht dabei vom Layoutdesign von OLED über die Entwicklung von elektronischen Baugruppen, z. B. zur intelligenten Ansteuerung von OLED und Mikrodisplays, bis hin zum komplexen Entwurf von hochauflösenden OLED-Mikrodisplays mit eingebetteten Bildsensoren in CMOS-Technologie. Ein weiteres Thema stellt die Systemintegration der Einzelkomponenten (z. B. interaktive Datenbrille) sowie die Entwicklung der zugehörigen Software dar.

Folgende Schwerpunkte werden bearbeitet:

- Entwurf von integrierten Schaltkreisen
  - Analog, digital, mixed-signal
  - Typische CMOS-Prozesse:  $0,13 \mu\text{m}/0,18 \mu\text{m}/0,35 \mu\text{m}$
  - Konzeption, Systementwurf, Schematic, Simulation, Layout, Verifikation
  - Koordinierung der externen CMOS-Waferfertigung (Silicon Foundry), Test, Inbetriebnahme
  - Typische Anwendungen: Backplane-Entwicklung für Mikrodisplays und Sensoren
- Elektronikentwicklung
  - Basierend auf kommerziellen ICs, FPGA, Mikrocontrollern
  - Konzeption, Systementwurf, Schematic, PCB-Layout
  - Koordinierung der externen Fertigung, Test, Inbetriebnahme
  - Typische Anwendungen: Ansteuerung von OLED, Mikrodisplays und Sensoren
- Softwareentwicklung
  - C, C++, VHDL
  - Mikrocontroller Firmware, Embedded Systems Anwendungssoftware
  - Bildverarbeitung mit dem Fokus auf Eye-Tracking mit Hardwareunterstützung ■



### Organic-on-silicon pilot production line

A complete pilot production line for research, development, and fabrication of these kinds of microdisplays and sensors is available at Fraunhofer FEP. It is therefore possible to offer a combination of liquid-phase and vacuum processes, for example, to evaluate new combinations of materials on production-type equipment, and even optimize them for short fabrication runs. These organic components can be produced in quick succession with high accuracy and reproducibility. Thanks to the support for this investment by the State of Saxony and the European Union (EFRE), we can link unique know-how with the most modern equipment. The installation will offer heretofore unattained performance for research and development work as well as pilot production, especially for bi-directional OLED microdisplays in interactive data glasses and future integrated OLED-on-silicon optical sensors for industry, medicine, and biotechnology.

Combinations of small-molecules and polymers can be deposited on a single wafer and encapsulated by means of thin-films to create high-efficiency components impervious to oxygen and water. Silicon and glass wafers can be coated in the line. In addition, coating and encapsulating flexible components using foil-on-rigid-substrate wafers is available.

The pilot line also offers numerous additional processes. Complete lithographic processing using a 1:1 exposure system and spincoaters facilitates the application of various resists, varnishes, and organic layers for client-specific layouts. Additionally, wafers can be positioned in contact with one another at precisions of better than 1  $\mu\text{m}$  and bonded. Measurement with an electro-optical needle probe rounds out the technology package in the wafer pilot line and facilitates extremely rapid development timeframes through a combination of coating and characterization all in one cleanroom.

### IC and System Design

The core competence area "IC and System Design" researches and develops integrated circuits and electro-optical systems. The portfolio of capabilities and services ranges from layout and design of OLEDs to development of electronic components, such as from intelligent control of OLEDs and microdisplays to complex design of high-resolution OLED microdisplays with embedded image sensors in CMOS. System integration of individual components (e.g. interactive data glasses) as well as development of the accompanying software represents another area we address.

The following are priorities covered by IC and System Design:

- Design of integrated circuitry
  - analog, digital, and mixed-signal
  - typical CMOS processes: 0.13  $\mu\text{m}$ /0.18  $\mu\text{m}$ /0.35  $\mu\text{m}$
  - conception, system design, schematics, and simulation
  - layout and verification
  - coordination of external CMOS wafer fabrication
  - Silicon Foundry, testing, commissioning
  - typical applications: backplane development for
  - microdisplays and sensors
- Electronics development
  - based on commercial ICs, FPGAs, and microcontrollers
  - conception, system design, schematics, PCB layout
  - coordination of external fabrication, testing, and commissioning
  - typical applications: control of OLEDs, microdisplays, and sensors
- Software development tools
  - C, C++, VHDL
  - microcontroller firmware, and embedded-systems application software
  - image processing with focus on hardware-supported eye-tracking ■

ELEKTRONENSTRAHL  
ELECTRON BEAM



Prof. Dr. Christoph Metzner  
Telefon +49 351 2586-240  
christoph.metzner@fep.fraunhofer.de



## ELEKTRONENSTRAHL ELECTRON BEAM

Im Bereich „Elektronenstrahl“ werden verschiedenste Elektronenstrahltechnologien – einschließlich der dazu notwendigen Hardware entwickelt. Das Portfolio reicht dabei von Spezialelektronenkanonen für die Computertomographie und Mikrobearbeitung bis zu Hochleistungskanonen für die Verdampfung und das Umschmelzen. Wir arbeiten auch an Anwendungen unter Nutzung strahlenchemischer und biologischer Wirkungen beschleunigter Elektronen als Flächenbearbeitung unter Atmosphärendruck.

Diverse electron beam technologies – including the required hardware – are being developed in the Electron Beam Division. The hardware and knowledge base of the portfolio extends from specialized electron guns for computerized tomography and microprocessing to high-power guns for evaporation and remelting. We also work on applications utilizing accelerated electrons' chemical and biological effects for modifying materials at atmospheric pressure.



**Personal**  
26



**Budget**  
4.800.000 €

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



Gefördert durch das Bundesministerium Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz.  
Förderkennzeichen: 313-06.01-28-1-54.051-10



Europa fördert Sachsen.  
**EFRE**  
Langjähriger Fonds für  
regionale Entwicklung  
Gefördert aus Mitteln  
der Europäischen Union

Gefördert aus Mitteln der Europäischen Union und des Freistaates Sachsen.  
Förderkennzeichen: 100206775

Der Umfang der Arbeiten zur technischen Nutzbarmachung von beschleunigten Elektronen ist weltweit einzigartig. Neben der thermischen Wirkung z. B. für das Verdampfen, Umschmelzen, Schweißen, Härten und Mikrostrukturieren werden immer stärker auch Anwendungen für chemische und biologische Veränderungen von Oberflächen und Materialien nachgefragt. Dies betrifft sowohl den Bereich der Kunststoffbearbeitung als auch die biologischen Wirkungen zur Keimreduzierung und Desinfizierung in der Medizintechnik, Pharmaindustrie und Landwirtschaft. Während die thermischen Anwendungen meist mittels axialer Elektronenkanonen im Vakuum durchgeführt werden, werden die nicht-thermischen Wirkungen meist an Atmosphärendruck mit Hilfe von speziellen Elektronenflächenstrahlern genutzt. Der Bereich bietet seinen Partnern technologische Entwicklungen als auch Entwicklung und Fertigung von kundenspezifischen Elektronenquellen und anderen Prozesskomponenten, die so am Markt in der Regel nicht verfügbar sind.

#### **Beschichtung von Platten und metallischen Bändern**

Die Abteilung fokussiert sich auf die Technologieentwicklung von Bedampfungsprozessen, da für die Beschichtung großer Flächen wie Platten und metallische Bänder meist sehr wirtschaftliche Verfahren mit hoher Abscheiderate gefragt sind. Dabei kommen meist axiale Hochleistungs-Elektronenkanonen als Energiequelle zum Einsatz. Zur Verbesserung der Schichteigenschaften wurden spezielle Plasmaaktivierungsverfahren für die Bedampfung entwickelt, die der Großflächigkeit der Beschichtung und der Hochrateabscheidung angepasst wurden. Die plasmaaktivierte Elektronenstrahlbedampfung wird z. B. genutzt, um dekorative gold-farbene TiN-Schichten oder photokatalytisch wirkende TiO<sub>2</sub>-Schichten auf Metallbändern abzuscheiden. Transparente Kratzschuttschichten z. B. auf Edelstahl können wir durch das Aufbringen von dichten, glasartigen Schichten aus SiO<sub>2</sub> oder Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> realisieren. Die Abteilung hat dazu die große Inline-Vakuumbeschichtungsanlage

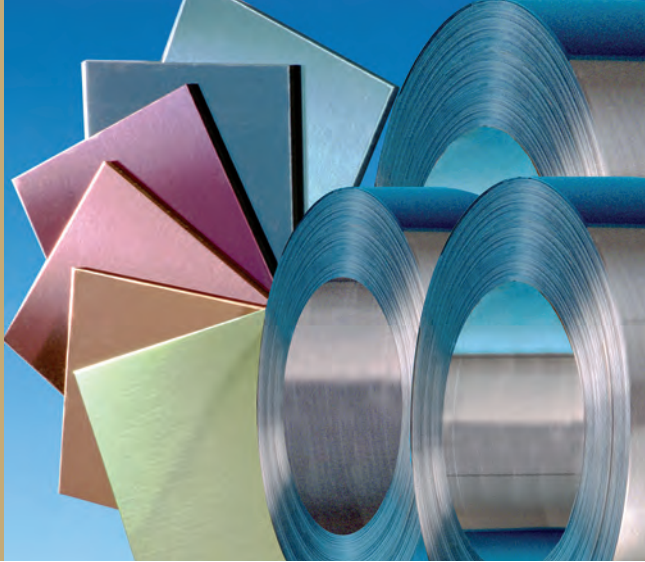
für Platten und Metallbänder „MAXI“ zur Verfügung. Eine weitere wichtige Arbeitsrichtung ist die CdTe-basierte Photovoltaik. Wir betreiben dazu die Spezialanlage „CATE“. In ihr können die Halbleiterschichten durch thermische Verdampfung – mit dem sogenannten Closed-Space Sublimation (CSS) Verfahren – in-line abgeschieden werden.

#### **Elektronenstrahl-Prozesse**

Die Abteilung befasst sich schwerpunktmäßig mit allen anderen bereits genannten Entwicklungen zur Elektronenstrahltechnologie und -technik, die abseits der Bedampfung liegen.

Seit der Gründung des Fraunhofer FEP arbeitet eine Gruppe von Wissenschaftlern und Ingenieuren an der Saatgutbehandlung mit Elektronen. Das Verfahren bietet viele Vorteile gegenüber der konventionellen chemischen Beizung und wird von der EU besonders für den ökologischen Landbau empfohlen. 2015 konnten die Wissenschaftler und Ingenieure bereits die vierte Generation einer Produktionsanlage an einen deutschen Saatgutproduzenten ausliefern. Die stationäre Anlage mit einer Produktivität von 30 t/Stunde hat bereits mehr als 12.000 t Saatgut im ersten Jahr behandelt. Die Entwicklung dieser Technologie wurde durch die Fraunhofer-Gesellschaft für den Deutschen Umweltpreis 2015 vorgeschlagen. Weiterhin kann die Abteilung als weltweit einzige Arbeitsgruppe Hochleistungs-Elektronenkanonen anbieten, die für einen Betrieb bis zu 50 Pa Prozessdruck geeignet sind, da sich für einige Beschichtungsanwendungen ein erhöhter Druck in der Beschichtungskammer als vorteilhaft erwiesen hat. In Zusammenarbeit mit einem deutschen Anlagenhersteller werden am Fraunhofer FEP derartige Elektronenstrahlquellen nun bereits in der fünften Generation entwickelt. Unser Industriepartner setzt diese Quellen derzeit in mehreren sicherheitsrelevanten Produktionsanlagen ein. ■





The range of work on the engineering feasibility of using accelerated electrons is unique. In addition to thermal effects, such as for evaporation, remelting, welding, hardening, and micro-structuring, there is increasing demand for modification of materials in chemical and biological applications. This applies to the area of plastics processing as well as to direct biological activity for reducing bacterial counts and disinfection in medical engineering, the pharmaceutical industry, and agriculture. While the thermal applications usually take place under vacuum using axial electron guns, specialized electron beams with apertures optimized for processing broader surfaces achieve their non-thermal effects mostly at atmospheric pressure. The division offers its partners technological advancements as well as developing and fabricating customized electron sources and related process components for specific client requirements, which are not available in the market as a rule.

#### **Coating sheets and metallic strips**

The department focuses on technological development of evaporative deposition processes, as coating large areas like sheets and metallic strips usually requires very economical processes with high deposition rates. High-power axial electron guns are primarily employed as energy sources for these purposes. To improve the properties of the coating, specialized plasma-activated processes were developed for vapor deposition tailored to the large coverage areas and high rates of deposition required for the coating.

Plasma-activated electron beam evaporation is used for depositing decorative gold-toned TiN coatings or photocatalytically active TiO<sub>2</sub> layers on metal strip, for example. We are also able to apply dense, vitreous layers of SiO<sub>2</sub> or Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> to achieve transparent, scratch-resistant coatings on stainless steel. The department has a large in-line vacuum coating installation named "MAXI" available for sheets and metal strips.

An additional important focus of work is CdTe-based photovoltaics. We operate the specialized "CATE" facility for this purpose. We are able to use this for in-line deposition of semiconductor layers by means of thermal evaporation process known as Closed-Space Sublimation (CSS).

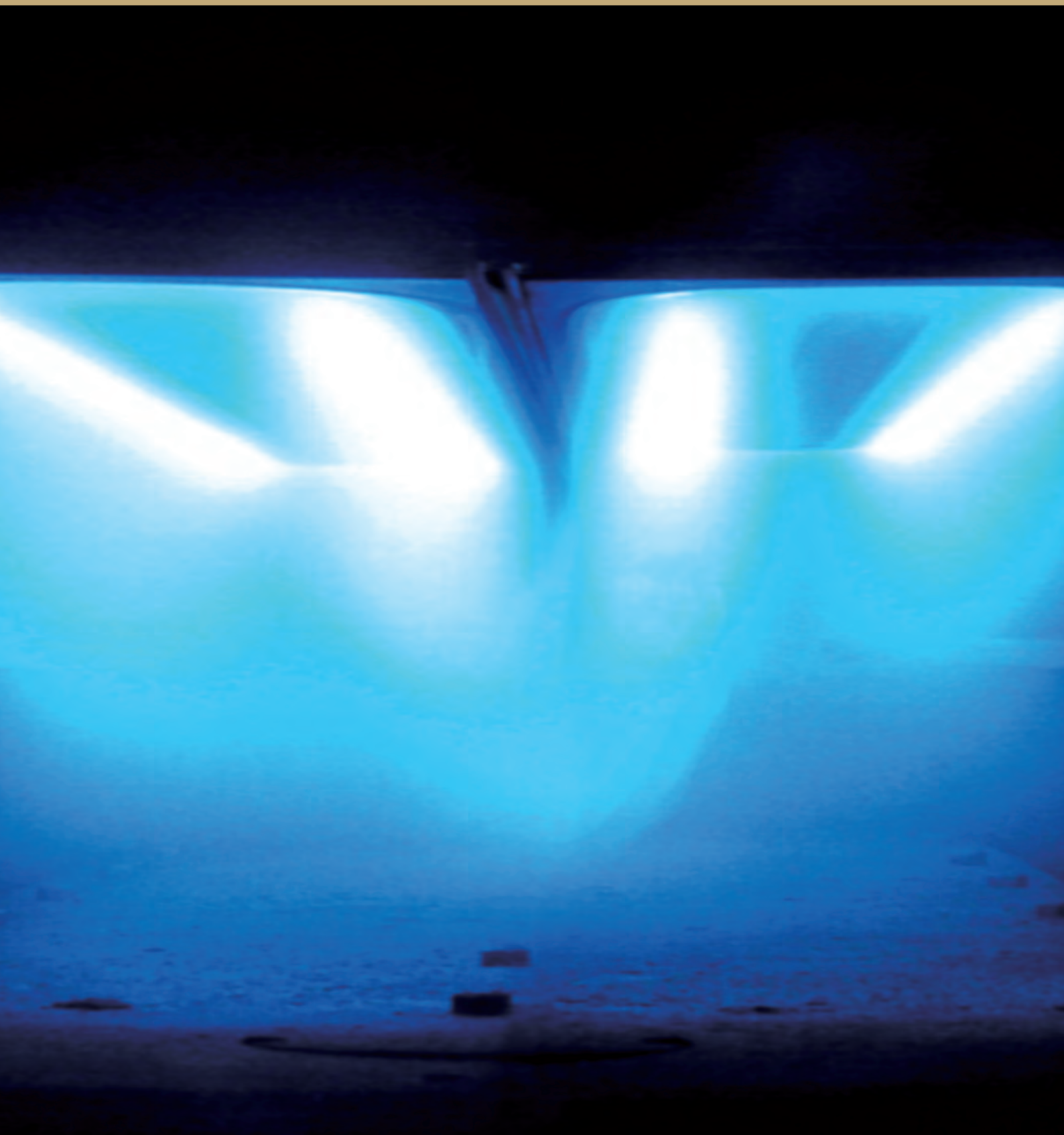
#### **Electron beam processes**

The department's mission involves all of the other advances in electron beam technology mentioned above and engineering that is downstream of evaporative deposition.

Since its founding, Fraunhofer FEP has been working with a group of scientists and engineers on the treatment of agricultural seed using electrons. The process offers many advantages compared to conventional chemical disinfection and is recommended by the EU especially for ecological agriculture. Scientists and engineers were able to deliver their fourth-generation processing unit to a German seed producer in 2015. The stationary facility, featuring through-put of 30 t/hr, already treated more than 12,000 t of seed in the first year. The development of this technology was nominated for the 2015 German Environmental Award (Deutscher Umweltpreis) by the Fraunhofer-Gesellschaft.

Moreover, the department is the sole research group worldwide offering high-power electron guns suitable for operation at process pressures of up to 50 Pa, as elevated pressure in the coating chamber has been shown to be advantageous for several coating applications. Fifth generation electron sources of this type are already under development at Fraunhofer FEP in collaboration with a German equipment manufacturer. Our industrial partner is presently deploying these sources in several production facilities for safety and security purposes. ■

PLASMA  
PLASMA



*Dr. Torsten Kopte*  
*Telefon +49 351 2586-120*  
*torsten.kopte@fep.fraunhofer.de*



## PLASMA PLASMA

Die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Bereichs Plasma bieten F&E-Dienstleistungen auf dem Gebiet der Oberflächenveredelung von flachen Substraten, wie Glas- und Kunststoffplatten, 3-dimensionalen Bauteilen und Werkzeugen. Die Charakterisierung modifizierter Oberflächen mit zell- und mikrobiologischen Methoden erfolgt durch die Arbeitsgruppe „Biomedizinische Applikationen“, welche ebenfalls im Bereich Plasma beheimatet ist.

The staff of the Plasma division offers R&D capability in the area of surface enhancement for flat substrates such as glass and plastic plates, three-dimensional components, and tooling surfaces. Characterization of modified surfaces by means of cellular and microbiological methods is accomplished through the Bio-medical Applications research group that likewise is part of the Plasma division.



Personal  
19



Budget  
2.000.000 €



### Beschichtung Flachsubstrate

Schwerpunkte unserer Arbeit auf diesem Gebiet sind das Design und die Abscheidung optischer Schichtsysteme und transparenter leitfähiger Materialien. Hierbei werden die Eigenschaften der Schichten und Schichtsysteme für konkrete Anwendungsfälle angepasst und optimiert. Optische Filter-Schichtsysteme und transparente Elektroden für solare Anwendungen, transparente Heiz-Schichtsysteme oder transparente leitfähige Schichten für Szintillationskammern seien beispielhaft genannt. Zur Realisierung dieser Arbeiten stehen uns zwei vertikale In-Line-Sputteranlagen (ILA 750, ILA 900) zur Verfügung. Die Basistechnologie bei der Beschichtung von Flachsubstraten im Fraunhofer FEP ist das Magnetronsputtern. Unsere Bandbreite reicht hier vom DC- über das Mittelfrequenz- und Pulssputtern bis zum RF-Sputtern. Wir haben uns vorbereitet, neue in Zukunft stark wachsende Themenfelder zu bearbeiten. So wurden die Voraussetzungen geschaffen, in der Anlage ILA 900 ultradünnes Glas bis zu einem Format von 600 mm x 1200 mm zu beschichten. Weiterhin möchten wir für die Technologie des Blitzlampen-Temperns neue Anwendungen erschließen.

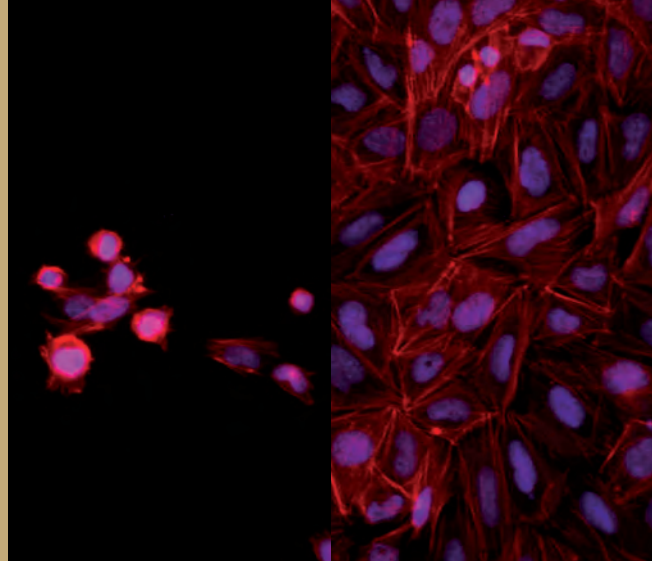
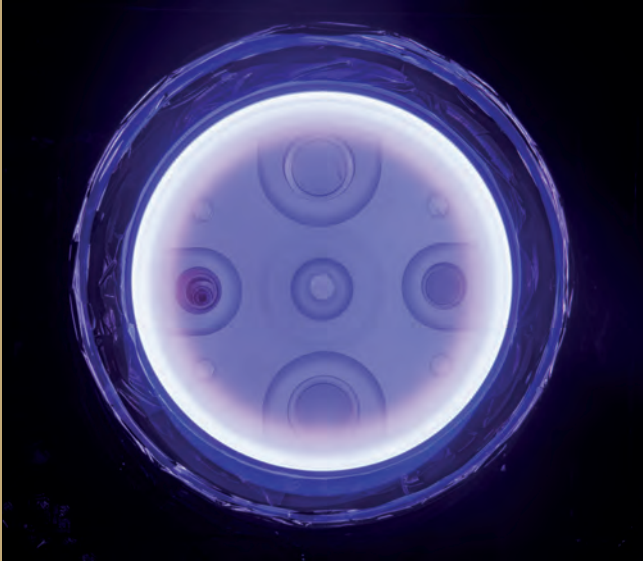
### Beschichtung Bauteile

Das Tätigkeitsfeld umfasst prinzipiell alle Aufgabenstellungen, bei denen eine Beschichtung auf Körpern nicht ebener Geometrie gefragt ist, wobei die Substrat- und Schichtmaterialien ebenso vielfältig sind wie die Anwendungen. Beispiele unserer Entwicklungsarbeiten im Bereich der Hochratetechnologien sind die PVD-Beschichtung von Kleinteilen, die im Schüttgut gehandhabt werden oder die Entwicklung neuer Beschichtungen für den Verschleißschutz und die Reibungsminderung auf Bauteilen und Werkzeugen mittels Hochrate-Elektronenstrahlverdampfung. Darüber hinaus widmen wir uns aber auch Themen, die hohe Forderungen an die Schichtreinheit und die Präzision der Abscheidungsprozesse stellen, wie es bei optischen Schichtsystemen auf nicht ebenen Flächen oder phasenreinen

Schichten auf medizintechnischen Komponenten der Fall ist. Zur Bearbeitung dieser Aufgabenstellung stehen uns drei Anlagen mit entsprechenden Einrichtungen zur Substratbewegung zur Verfügung, in denen wir uns der Technologien des Puls-Magnetron-Sputterns, der Plasma aktivierten thermischen Verdampfung, der Plasma aktivierten Elektronenstrahl-Verdampfung und der Hohlkathode aktivierten CVD-Prozesse bedienen.

### Medizinische Applikationen

Die Biomedizinische Laboreinheit besteht aus den Laboren für Mikrobiologie, Zellbiologie und Bioanalytik. Wir untersuchen Materialien, Beschichtungen, Substanzen und biophysikalische Therapiegeräte hinsichtlich antibakterieller Eigenschaften, Verkeimungsgrad, Sterilisierbarkeit, Zellverträglichkeit und Unterstützung spezifischer Zellfunktionen. Wir entwickeln und nutzen eine individuelle an das Produkt und die Fragestellung angepasste Testgestaltung. Dazu gehören auch die Auswahl der applikationsspezifischen, meist humanen Zellen und entsprechender Testkits. Für die Analysen stehen uns u.a. das Impedanzverfahren, die Spektroskopie (UV/VIS, Fluoreszenz, Lumineszenz), Durchflusszytometrie, Fluoreszenzmikroskopie und Rasterelektronenmikroskopie (REM) zur Verfügung. Neben biologischen Analyseverfahren kommen dabei auch oberflächenanalytische Methoden zum Einsatz, wie Mikroskopie (inklusive REM), Spektroskopie und Kontaktwinkelmessungen. Darüber hinaus entwickeln wir in enger Zusammenarbeit mit dem Bereich Elektronenstrahl Gesamtkonzepte zur Sterilisation empfindlicher Substrate mittels beschleunigter Elektronen. ■



### Coating flat substrates

The focus of our work in this area is the design and the deposition of optical layer stacks and transparent, conductive materials. The properties of the layer systems are matched to specific applications and optimized. Examples include multilayer optical filters and transparent electrodes for solar applications, transparent multilayer heating systems, and transparent, conductive layers for scintillation chambers, to name but a few. Two vertical in-line sputtering coaters are available for creating these multilayer stacks – ILA 750 and ILA 900. The basic technology used at the Fraunhofer FEP for coating flat substrates is magnetron sputtering. Our bandwidth with this process ranges from DC- to beyond medium frequency and pulsed sputtering and up to RF-sputtering. We have been preparing for new application fields expected to expand rapidly. As an example, we have established the necessary operating conditions in the ILA 900 coater for coating ultra-thin glass in formats of up to 600 mm × 1200 mm. We also hope to work on new applications for which we can use flash-lamp annealing technology.

### Coating components

This area of our activity principally comprises all problems for which a coating is required on an object that is not planar – with the substrate and coating materials just as diverse as the applications. Examples of our development work include high deposition-rate PVD coating of small parts that must be handled in bulk, and using high-rate electron beam deposition to develop new coatings for wear protection and minimization of friction on parts and tooling surfaces. Moreover, we dedicate ourselves to projects that demand high-purity coatings and precision deposition, such as is the case for multilayer optical coatings on non-planar surfaces or layers free from any phase shift on components for medical engineering applications. We have three suitable coating plants with substrate moving systems available for addressing these challenges and are able to

apply pulse magnetron sputtering, plasma-activated thermal deposition, plasma-activated electron beam deposition, and hollow-cathode-activated CVD processes.

### Medical applications

The Biomedical Lab unit consists of the laboratories for microbiology, cell biology, and biological analysis. We investigate materials, coatings, substances, and therapeutic biophysical devices for their antibacterial properties, contamination level, sterilizing capability, cell compatibility, and support of specific cell functions. We develop and utilize experimental design that is individually matched to the product and the problem. This also includes the selection of application-specific, primarily human cells and corresponding test kits. The analytic procedures available to us include impedance measurements, spectroscopy (UV/visible light, fluorescence, and luminescence), flow cytometry, fluorescence microscopy, and scanning electron microscopy (SEM). In addition to biological analysis, methods including microscopy (SEM), spectroscopy, and contact-angle measurements are employed for analyzing surfaces. Moreover, we develop complete designs for sterilization of delicate substrates using accelerated electrons in close cooperation with the Electron Beam division. ■

FLEXIBLE PRODUKTE  
FLEXIBLE PRODUCTS



Dr. Nicolas Schiller  
Telefon +49 351 2586-131  
nicolas.schiller@fep.fraunhofer.de



## FLEXIBLE PRODUKTE FLEXIBLE PRODUCTS

Flexible Materialien wie Kunststofffolien und dünne Metallfolien, aber auch Membranen und Textilien, bieten eine hohe mechanische Flexibilität und eine große Oberfläche bei gleichzeitig geringem Gewicht. Wir entwickeln Technologien zur Veredelung der Oberflächen dieser Materialien, um sie dadurch für eine große Zahl interessanter Anwendungen nutzbar zu machen. Unsere Rolle-zu-Rolle-Technologien sind hocheffizient und vielseitig einsetzbar.

Flexible materials like plastic film and thin metal foil as well as membranes and textiles offer substantial mechanical flexibility and large surface areas, yet are light-weight at the same time. We develop technologies for adding a finish to the surfaces of these materials in order to make them suitable for a large number of interesting applications. Our roll-to-roll technologies are highly efficient and versatile.



Personal  
20



Budget  
2.700.000 €



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

Gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung.

Förderkennzeichen: 03V0224, 0325442C, 13N13236, 13N12948



Gefördert durch das Sächsische Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr.

Förderkennzeichen: 100150135/2884



Gefördert von der Europäischen Kommission im 7. Rahmenprogramm (FP7).

Förderkennzeichen: 310229

Schreibpapier hat einige hervorragende Eigenschaften, die es für die tägliche Anwendung so nützlich macht: Das Papier ist flexibel, d. h. es ist rollbar und faltbar, und es bietet eine große Oberfläche bei gleichzeitig geringem Gewicht und gibt damit genügend Raum für unsere Notizen. Auch andere Materialien, wie Kunststofffolien, Metallfolien, Textilien und Membranen haben diese beiden Eigenschaften: Sie sind flexibel und bieten eine große Oberfläche bei geringem Gewicht. Um diese Eigenschaften nutzbar zu machen, müssen die Oberflächen oft veredelt werden. Auch hier kann wieder die Analogie des Schreibpapiers herangezogen werden: Auch Schreibpapier soll bestimmte Oberflächeneigenschaften haben, z. B. kann die Oberfläche mit einem Linienmuster bedruckt sein. Wir entwickeln Technologien, um die Oberflächen flexibler Materialien mit neuen oder optimierten Funktionen auszurüsten und damit eine Reihe interessanter Produkte zu ermöglichen.

### **Technologische Plattform**

Die technologische Plattform bildet das Werkzeug unserer Arbeit und wird ständig weiterentwickelt. Wir verfügen über eine Reihe von Technologien zum Aufbringen dünner Schichten. Dazu zählen die Vakuumbeschichtungs-Verfahren Magnetron-Sputtern, Plasmaaktiviertes Verdampfen und die plasmaunterstützte chemische Dampfphasenabscheidung. Neu hinzugekommen ist der Flüssigphasenauftrag mittels Schlitzdüsen unter Atmosphärendruck. Neben diesen Beschichtungsverfahren entwickeln wir auch Verfahren der Oberflächenbehandlung mit dem Elektronenstrahl und mit Plasmen oder Ionen.

All die genannten Technologien werden vorrangig in Rolle-zu-Rolle-Anlagen eingesetzt. Dieser Anlagentypus erlaubt eine effiziente Beschichtung und Behandlung großer Oberflächen. Unsere Pilotanlagen ermöglichen es zudem, in Entwicklungsprojekten auch Fragen der technologischen Aufskalierung bis hin zur Pilotproduktion zu untersuchen.

### **Oberflächenfunktionen und Anwendungen**

Die mit den genannten Technologien erzielbaren Oberflächeneigenschaften sind sehr vielfältiger Natur. Noch vielfältiger ist die Zahl der Anwendungen, es können daher hier nur einige Beispiele genannt werden.

Durch dünne leitfähige Schichten (Metalle als auch transparente leitfähige Oxide) kann eine Kunststoffolie als Träger einer Elektrode dienen. Transparente Elektroden finden z. B. Anwendung in flexiblen Solarzellen, flexiblen elektronischen Komponenten oder Sensoren.

Eine dünne Schicht kann eine Barriere gegen den Durchtritt von Sauerstoff oder Wasserdampf durch eine Kunststoffolie bilden. Ist diese Schicht zudem noch transparent, dann ist diese Schicht für das menschliche Auge nahezu unsichtbar und verändert das Aussehen der Kunststoffolie nicht. Derartige transparente Barrierefolien finden Einsatz in der Verpackung, um Lebensmittel oder Medikamente zu schützen. Transparente Barrierefolien werden aber auch zur Verkapselung flexibler Elektronik und Solarzellen benötigt und stellen ein sehr anspruchsvolles Entwicklungsziel dar.

Dünne Schichten können Farbwirkungen hervorrufen. Diese können einen rein dekorativen Zweck verfolgen, sie können aber auch dem Fälschungsschutz dienen.

Batterien für Elektrofahrzeuge, aber auch für elektrische Geräte sollen bei geringem Gewicht eine hohe Speicherkapazität bereitstellen. Ein Weg dahin ist, dünne Metallfolien als Träger der Speicherschichten zu nutzen. Die Schichten müssen eine hohe Speicherkapazität für elektrische Energie und eine hohe Stabilität gegenüber Ladezyklen aufweisen.

Wir adressieren mit unseren Entwicklungsarbeiten Massenmärkte als auch neue Anwendungen im Pionierstadium. ■





Writing paper has several outstanding properties that make it suitable for everyday use. Writing paper is flexible, i.e. it can be rolled and folded, and it offers large surface area yet light weight at the same time – providing sufficient space for our notes. Other materials as well, like plastic film, metal foil, textiles, and membranes have both these properties. They are flexible and offer large surface areas with light weight. To make these properties useful, the surfaces must often be enhanced. We can draw an analogy to writing paper here as well. It should have specific surface properties – like having a pattern of lines on the surface, for example.

We are developing technologies to lend the surfaces of flexible materials new or improved characteristics and thereby facilitate development of a range of interesting products.

### **Technological platform**

The technological platform represents the tool for our work and is constantly evolving. We have a range of technologies available for applying thin layers. These include vacuum-based magnetron sputtering, plasma-activated evaporation, and plasma-enhanced chemical vapor deposition. Liquid-phase application at atmospheric pressure by means of slit nozzles has recently been added. In addition to these coating processes, we also develop techniques for treating surfaces using electron beams, plasmas, and ions.

All of the technologies mentioned here are first employed in roll-to-roll installations. This type of installation allows efficient coating and treatment of large surfaces. Additionally, our pilot facilities enable technical questions to be investigated during development projects – from scaling to pilot production.

### **Surface functionality and applications**

The surface properties attainable with the above technologies are very diverse in nature. Even more diverse is the number of applications – only a few examples can therefore be mentioned here.

A plastic film can serve as the substrate for an electrode by means of thin conductive layers (of metals as well as transparent conductive oxides). Transparent electrodes find application in flexible solar cells, electronic components, and sensors. A thin layer can form a barrier against ingress of oxygen or water vapor through a plastic film. In addition, if this layer is transparent as well, then it is nearly invisible to the human eye and does not alter the appearance of the film. These types of barrier films are employed in packaging to protect foodstuffs and medications. Transparent barrier films will also be necessary for encapsulation of flexible electronics and solar cells and represent a very demanding design goal.

Thin layers can create color effects. They can serve a purely decorative purpose and be used to prevent counterfeiting as well.

Batteries for electric automobiles as well as for electrical devices should furnish high energy storage capacity with light weight. One way to achieve this is to utilize thin metal films as substrates for the storage layers. The layers must exhibit high storage capacity for electrical energy and high stability during charging cycles.

Our development work addresses mass markets as well as new applications still in their pioneering stages. ■

PRÄZISIONSBESCHICHTUNG  
PRECISION COATING












Dr. Peter Frach  
Telefon +49 351 2586-370  
peter.frach@fep.fraunhofer.de

# PRÄZISIONSBESCHICHTUNG PRECISION COATING

Beschichtungen von höchster Präzision werden für zahlreiche Anwendungen in Optik, Elektronik und Sensorik, Energie- und Medizintechnik benötigt. Am Fraunhofer FEP entwickeln wir präzise einstellbare und langzeitstabile Puls-Magnetron-Sputter- und Magnetron-PECVD-Prozesse, um mit hohen Beschichtungsraten optische, elektrische, akustisch oder magnetisch wirksame Schichten und Schichtsysteme mit hoher Qualität und geringer Fehlstellenzahl aufzubringen.

High-precision coatings are needed for numerous applications in optics, electronics and sensors, and the fields of energy and medical engineering. At the Fraunhofer FEP, we develop precisely adjustable and long term stable pulsed magnetron sputter and magnetron PECVD processes for the deposition of high-quality layers and optically, electrically, acoustically or magnetically active layers and layer systems at high deposition rates and with low defect density.

	<b>Personal</b> 15		<b>Budget</b> 2.100.000 €
	Gefördert durch:  Bundesministerium für Bildung und Forschung aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages	Gefördert durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung. Förderkennzeichen: 03V0763, 13N13171, 13N12125, 13N12260, 13N13731, 01DJ15005B	
	Gefördert durch: Bundesministerium für Wirtschaft und Energie aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages	Gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. Förderkennzeichen: 0325891C, KF2147203CS4	
	Europa fördert Sachsen. <b>EFRE</b> Europäischer Fonds für regionale Entwicklung	Gefördert aus Mitteln der Europäischen Union und des Freistaates Sachsen. Förderkennzeichen: 3000628486, 100206481	
	Funded by the European Union	Gefördert aus Mitteln der Europäischen Union. Förderkennzeichen: 655628	

### **Beschichtungstechnik und -Technologie**

Die Entwicklungsarbeiten sind darauf gerichtet, kosteneffiziente Technologien und deren Aufskalierung für die Präzisionsbeschichtung in der Herstellung von Produkten aus sehr verschiedenen Branchen, insbesondere der Optik, Sensorik und Elektronik bereitzustellen. Daher liegt ein Fokus unserer Technologieentwicklungen auf dem reaktiven Puls-Magnetron-Sputtern (PMS), das die Abscheidung von Verbindungsschichten sehr guter Qualität mit hoher Beschichtungsrate erlaubt. Die Nutzung verschiedener Reaktivgase (z. B. O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, F<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub>) oder Reaktivgasgemische erlaubt neben Standardmaterialien auch die Abscheidung von Verbindungen, die als Targetmaterial nicht oder nur zu hohen Kosten verfügbar sind. Vorteilhaft sind darüberhinaus die meist um eine Größenordnung höhere Beschichtungsrate (typisch 1 bis 4 nm/s stationär bzw. 30 bis 120 nm\*m/min dynamisch) gegenüber dem Hochfrequenz-Sputtern vom Verbindungstarget und die Möglichkeit der Einstellung von Schichteigenschaften über den reaktiven Arbeitspunkt der Entladung. Durch die mit unseren Systemen gegebene technologische Möglichkeit Gradientenschichten mit variabler Zusammensetzung über die Schichtdicke oder lateral auf der Substratoberfläche abzuscheiden, ergeben sich weitere Ansätze für neue Produkte.

Beim Magnetron-PECVD-Prozess wird ein Precursor (z. B. SiH<sub>4</sub>, HMDSO) in die Magnetron-Entladung eingelassen und anorganisch-organisch-hybride Schichten abgeschieden, die eine gute Anpassung an organische Substratmaterialien erlauben.

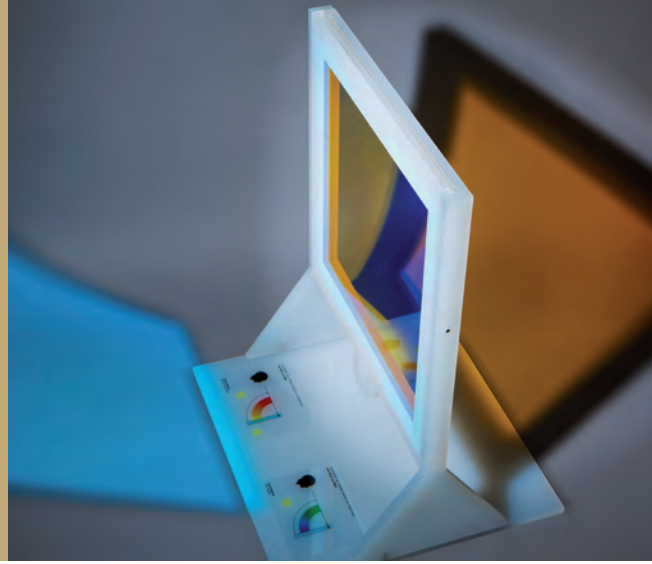
### **Neue Freiheitsgrade für anspruchsvolle Schichteigenschaftsportfolios**

Ein Schwerpunkt der Arbeiten im Bereich Präzisionsbeschichtung ist die Entwicklung von Schlüsselkomponenten: Magnetrons, gepulste Energieeinspeisung, Gasregelung und Prozesssteuerung inkl. Schnittstellen zur Beschichtungsanlage. Mit dieser Technik und Technologie „aus einem Guss“ können hochgenaue und komplexe Anforderungen an die Schicht-

abscheidung erfüllt werden, wie sie aus vielen neuen und anspruchsvollen Anwendungen resultieren. Neben klassischen Optimierungsparametern wie Druck, Temperatur und Bias wurden am Fraunhofer FEP neue Freiheitsgrade erschlossen und die dafür notwendige Pulstechnik (Pulseinheit UBS-C2) entwickelt. Durch Einstellung von Pulsmodus (unipolar, bipolar, unipolar/bipolar hybrid) und Pulsparameter (Tastverhältnis) der gepulsten Energieeinspeisung in das Plasma können der Energieeintrag in die wachsenden Schichten gesteuert und bisher nicht zugängliche Schichteigenschaften bzw. Eigenschaftskombinationen eingestellt werden – bei gleichzeitig hoher Beschichtungsrate. Integrierte prozessnahe Mess- und Regeltechnik für die Reaktivgaszufuhr sowie die Nachführung des Magnetfeldes im Verlauf der Targetzeit sichern zudem eine hohe Reproduzierbarkeit der Plasmabedingungen und damit der Schichteigenschaften im Dauerbetrieb.

### **Anwendungsbeispiele**

- Optische Multilagene- oder Gradienten-Interferenzschichtsysteme hoher Schichtqualität für optische Filter in Laseroptiken und für Spektroskopie-Anwendungen bzw. Antireflex-Schichten auf Brillengläsern und für autostereoskopische 3D-Displays
- Piezoelektrische Schichten mit hohen Piezokoeffizienten für Mikrosysteme (MEMS), BAW, SAW, die Ultraschallmikroskopie sowie Systeme zur Mikroenergiegewinnung
- Elektrische Isolationsschichten für Sensoren (u. a. bauteilintegriert), für die Mikroelektronik und für die Photovoltaik
- Funktionelle Schichten für Oberflächenwellen-Bauelemente, für elektronische und MEMS-Komponenten (z. B. Temperaturkompensations- und Widerstandsschichten)
- Passivierungs-, Schutz- und Barrierschichten für Sensorik und Elektronik
- Titandioxid-Schichten für Produkte mit photokatalytischen, antimikrobiellen und photo-induzierten superhydrophilen Eigenschaften sowie für die Gas- und Feuchtesensorik ■



### Coating engineering and technology

The development work is oriented toward providing scalable, cost-effective technologies for precision coating of products in various sectors of manufacturing, particularly in optics, sensors, and electronics. For this reason, one focus of our technological development work is on reactive pulse magnetron sputtering (PMS) that allows very high-quality deposition of layers of compounds at high coating rates. In addition to standard materials, the use of various reactive gases (e.g. O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, F<sub>2</sub>, and NH<sub>3</sub>) and mixtures of reactive gases also allows deposition of compounds that are either too expensive or otherwise unfeasible. Moreover, the higher coating rates – usually an order of magnitude greater (typically 1 to 4 nm/s stationary and 30 to 120 nm\*m/min dynamically) than high-frequency sputtering of the target compound – are advantageous, as is the possibility of setting the characteristics of the layers via the reactive operating point of the discharge. The technological ability provided by our systems to deposit gradient layers of variable composition vs. applied coating thickness and to deposit laterally onto a substrate surface creates new approaches for new products.

In the magnetron PECVD process, a precursor (e.g. SiH<sub>4</sub> or HMDSO) is introduced into the magnetron discharge and inorganic-organic-hybrid layers are deposited that can be well adapted to organic substrate materials.

### New degrees of freedom to meet a demanding portfolio of layer properties

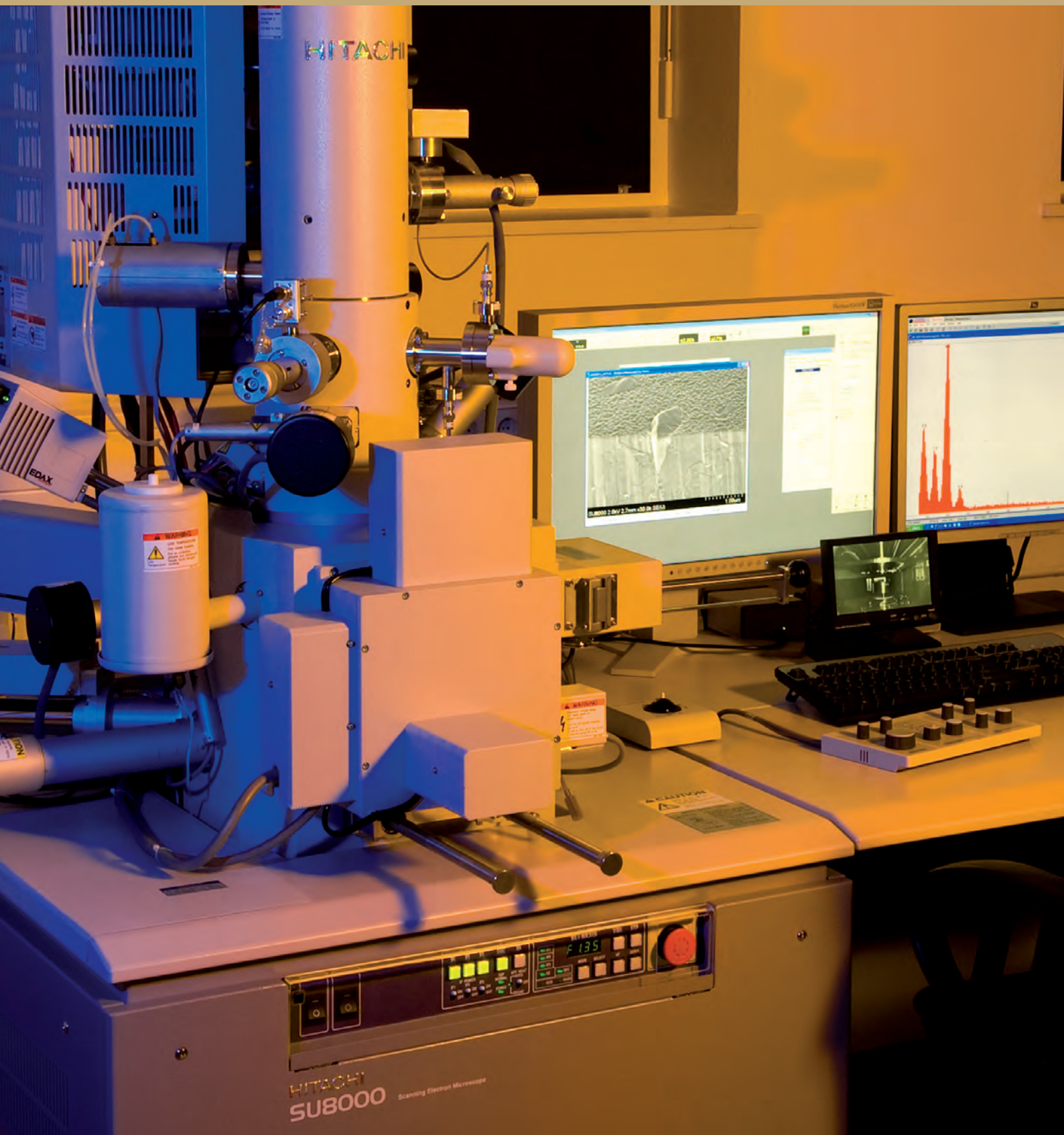
One focus of work in the Precision Coating division is the development of key components: magnetrons, pulsed application of power, gas regulation, and process control including interfaces to the coating equipment. With the engineering and technology coordinated and developed under one roof, requirements for complex and highly accurate layer deposition resulting from many new and demanding applications can be satisfied. In addition to the conventional optimizing para-

eters like pressure, temperature, and bias, the Fraunhofer FEP developed new degrees of freedom in deposition and the necessary pulse engineering for them (external high-speed UBS-C2 pulse controller). By setting the pulse mode (unipolar, bipolar, or unipolar/bipolar hybrid) and duty cycle of the pulsed power supply to the plasma, the energy input to the accumulating layers can be controlled to select and produce layer properties and combinations of properties not previously obtainable – while at the same time at high coating rates. Integrated measurement and control engineering for the supply of reactive gas as well as tracking the magnetic field during the target erosion period additionally ensure high reproducibility of the plasma conditions and thus layer properties under continuous operation.

### Application examples

- Optical multi-layer or gradient-layer interference systems with high layer quality for optical filters in laser optics and for spectroscopy applications or anti-reflection coatings on glasses and for stereoscopic 3D displays
- Piezoelectric layers with high piezo coefficients for micro-electromechanical systems (MEMS), bulk acoustic wave (BAW) and surface acoustic wave (SAW) filters as well as systems for micro-energy harvesting
- Electrical insulation layers for sensors (incl. integrated components), microelectronics, and photovoltaics
- Active layers for surface-wave components, and for electronic and MEMS components (e.g. temperature-compensation and resistance layers)
- Passivation, barrier, and protective layers for sensors and electronics
- Titanium dioxide layers for products with photocatalytic, antimicrobial, and photo-induced superhydrophilic properties as well as for gas and moisture sensing ■

WERKSTOFFKUNDE / ANALYTIK  
MATERIALS ANALYSIS





*Dr. Olaf Zywitzki*  
Telefon +49 351 2586-180  
olaf.zywitzki@fep.fraunhofer.de

## WERKSTOFFKUNDE / ANALYTIK MATERIALS ANALYSIS

Die Abteilung Werkstoffkunde / Analytik verfügt über vielfältige Methoden zur Charakterisierung von Struktur und Eigenschaften dünner Schichten. Die Analysemethoden und die vorhandenen umfangreichen Erfahrungen werden für die Entwicklung von Schichten mit maßgeschneiderten Eigenschaften für verschiedenste Anwendungen wie Optik, Sensorik, Displays, Photovoltaik, Korrosions- und Verschleißschutz eingesetzt.

The Materials Analysis department has a variety of methods available for characterization of structure and properties of thin films. The analytical methods and the comprehensive experience we have are employed for development of layers with properties tailored for various applications like optics, sensors, displays, photovoltaics, corrosion and wear resistance.



**Personal**  
4



**Budget**  
400.000 €



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

*Gefördert aus Mitteln der Europäischen Union und des Freistaates Sachsen.*  
Förderkennzeichen: 1001020124

### CdTe-Dünnschicht-Solarzellen

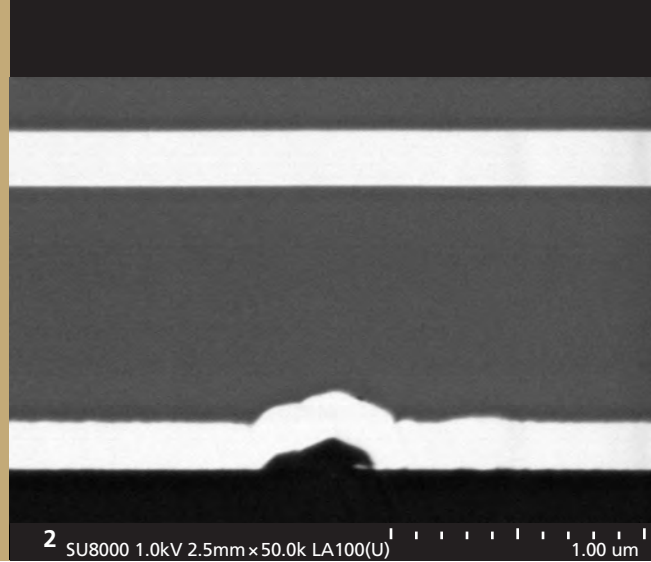
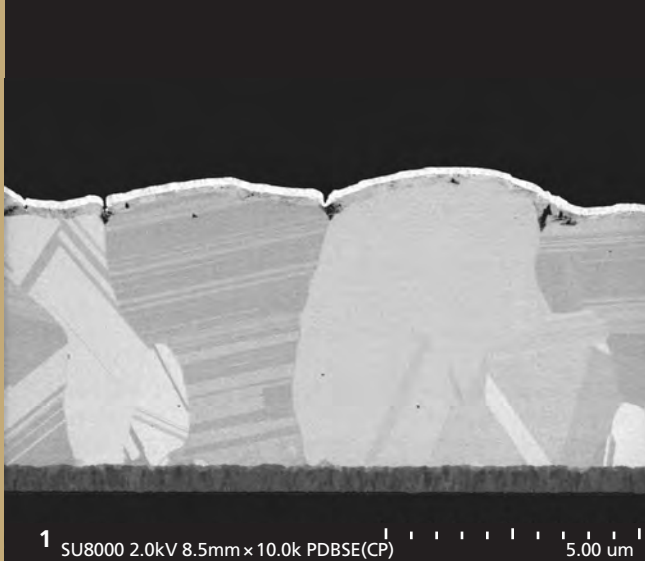
Durch die Anwendung der Feldemissions-Rasterelektronenmikroskopie (FE-REM) in Kombination mit einer Ionenpräparationstechnik ist es möglich, Struktur und Grenzflächen der Schichten der Solarzelle mit hoher Auflösung zu untersuchen. Dabei ist vor allem das Gefüge der CdTe-Absorberschicht von Interesse, welches überwiegend durch die Substrattemperatur während der Abscheidung und durch eine nachfolgende Wärmebehandlung beeinflusst wird. Durch FE-REM Abbildungen im Kristallorientierungskontrast können Korngrenzen und Gitterdefekte innerhalb der CdTe-Absorberschicht untersucht werden (Abb. 1). Zusätzlich kann simultan zur FE-REM Gefügeabbildung der elektronenstrahlinduzierte Strom (EBIC) registriert werden, welcher eine Abschätzung zur Diffusionslänge der generierten Ladungsträger ermöglicht.

Während einer Wärmebehandlung nach der Abscheidung tritt eine Eindiffusion von Chlor und Schwefel in die CdTe-Schicht auf. Diese Diffusionsprozesse beeinflussen neben der Mikrostruktur wesentlich die Effizienz der Solarzelle und können durch die Analyse von Konzentrations-Tiefenprofilen mit optischer Glimmentladungsspektrometrie (GD-OES) untersucht werden. So wird durch eine Diffusion von Schwefel die Bandlücke der CdTe-Schicht verringert, wodurch mehr Ladungsträger im langwelligen Spektralbereich erzeugt werden können. Die Chlordiffusion beeinflusst die Dotierungsstruktur und wirkt sich dadurch ebenfalls auf die Effizienz der Solarzelle aus. GD-OES Analysen sind eine leistungsstarke Methode, um chemische Tiefenprofile zu bestimmen. Gegenüber anderen Analysetechniken wie Sekundärionen-Massenspektrometrie (SIMS) oder Röntgenphotoelektronenspektrometrie (XPS) erlaubt diese Methode einen hohen Sputterabtrag, sodass relativ dicke Schichten schnell untersucht werden können. Durch eine Optimierung der Sputterparameter kann gleichzeitig eine hohe Tiefenauflösung und eine gute Nachweisempfindlichkeit erreicht werden.

### Wasserdampf-Barriereschichten

Für eine Verringerung der Wasserdampfpermeation werden defektarme Schichten hoher Dichte benötigt. Oft werden hierfür Mehrfachschichten eingesetzt, wodurch das Defektwachstum zwischen den einzelnen Schichten unterbrochen werden soll. Solche Wachstumsdefekte innerhalb der Barriereschichten lassen sich sehr gut durch hochauflösende FE-REM Untersuchungen von Ionenpräparierten Querschnitten untersuchen. Abbildung 2 zeigt dazu ein Beispiel, welches die erfolgreiche Unterbrechung eines Defektes innerhalb einer gesputterten Zink-Zinnoxid-Schicht durch eine nachfolgende nasschemische Abscheidung einer ORMOCER®-Schicht zeigt. Durch die Verringerung und Unterbrechung von Defekten kann die Wasserdampfbarriere verbessert werden. Durch die Anwendung der Röntgenreflektometrie (XRR) ist es außerdem möglich, die Dichte von Barriereschichten auch für sehr dünne Schichten zu bestimmen. So konnten wir zum Beispiel mit dieser Methode die Dichte von Aluminiumoxidschichten auf PET-Folie im Schichtdickenbereich von 10 bis 50 nm sehr genau ermitteln. Durch die XRR-Untersuchungen wurde nachgewiesen, dass durch die Anwendung einer Plasmaaktivierung während der reaktiven Bedampfung die Dichte von Aluminiumoxidschichten von 2,4 auf 3,1 g/cm<sup>3</sup> deutlich erhöht werden kann. ■





### CdTe thin film solar cells

By the use of an ion preparation technique and field emission scanning electron microscopy (FE-SEM) it is possible to investigate the structure and interfaces of the layers within solar cells at high resolution. The microstructure of the CdTe absorber layer is of particular interest, which is mainly influenced by the substrate temperature during deposition and the subsequent heat treatment. Grain boundaries and lattice defects within the CdTe absorber layer can be investigated using FE-SEM imaging in crystal orientation contrast (Fig. 1). Additionally, the electron beam induced current (EBIC) can be detected simultaneously with the FE-SEM imaging of the microstructure. This enables an estimation of the diffusion lengths of the charge carriers generated.

During heat treatment following deposition, chlorine and sulfur diffuse into the CdTe layer. These diffusion processes, together with the microstructure, have considerable influence on the efficiency of the solar cell and can be investigated by optical glow discharge spectrometry (GD-OES) and determination of concentration depth profiles. The band gap of the CdTe layer is reduced by the diffusion of sulfur, which allows more charge carriers to be created in the long wavelength region. The chlorine diffusion influences the doping structure and similarly affects the efficiency of the solar cell. GD-OES analysis is a powerful method for determining of chemical depth profiles. Compared to other analytical techniques like secondary ion mass spectroscopy (SIMS) or X-ray photo-electron spectroscopy (XPS), this method provides high sputtering rates, so that relatively thick layers can be quickly investigated. By optimizing the sputtering parameters, high depth resolution and very good detection limits are obtained simultaneously.

### Water vapor barrier layers

Layers with few defects and high density are required to reduce permeation by water vapor. Often, multiple layers are employed for this purpose to interrupt defective growth between the individual layers. These kinds of defects within the deposited layers of barrier coatings can be investigated very thoroughly through high-resolution FE-SEM studies of cross sections prepared with ions. Fig. 2 depicts an example of this; subsequent wet-chemistry deposition of an ORMOCER® layer shows successful interruption of a defect within a sputtered zinc-tin-oxide layer. By reducing and interrupting defects, water vapor barriers can be improved. It is also possible to very precisely determine the density of barrier layers with X-ray reflectometry (XRR), even for very thin layers. Using this method, we were able to very precisely determine the density of aluminum oxide layers on PET film for thicknesses in the range of 10–50 nm, for example. XRR studies showed that the density of aluminum oxide layers can be considerably increased from 2.4 g/cm<sup>3</sup> to 3.1 g/cm<sup>3</sup> through application of plasma activation during reactive evaporation. ■

SYSTEME  
SYSTEMS





*Henrik Flaske*  
*Telefon +49 351 2586-308*  
*henrik.flaske@fep.fraunhofer.de*

## SYSTEME SYSTEMS

Der Bereich „Systeme“ ist ein Querschnittsbereich und unterstützt die Arbeit der physikalisch-technologischen Fachbereiche in der Elektronenstrahltechnologie, der Sputtertechnologie und der plasma-aktivierten Hochratebedampfung. Wir entwickeln und fertigen technologische Schlüsselkomponenten, die sowohl in den institutseigenen Versuchsanlagen, als auch im Rahmen von Technologietransfer bei unseren Industriepartnern zum Einsatz kommen.

The Systems division is an interdisciplinary area of activity and supports the work of the specialized physical and technological areas in the Electron Beam Technology, Sputtering Technology and Plasma-activated High-rate Deposition. We develop and fabricate key technological components that are employed in the Institute's own experimental facilities as well as in technology transfer with our industrial partners.



Personal  
25



Budget  
2.000.000 €

Am Anfang stehen die technologische Idee und der Wille, unseren Kunden eine maßgeschneiderte Lösung zu offerieren. Begleitet von kundenspezifischen Anforderungen hinsichtlich vorhandener bzw. neu zu entwickelnder Anlagentechnik und unter Berücksichtigung einer bei der Technologieeinführung einzuhaltenden, notwendigen Kosteneffizienz werden vom Bereich Systeme in enger Zusammenarbeit mit dem Kunden 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 neben verschiedenartigen Plasmaquellen, wie Rundmagnetrons (DRM), Rechteckmagnetrons (RM, DMS), Plasmaätzern und Volumenplasmaquellen (LAVOPLAS), auch unterschiedliche Ausführungen von Elektronenstrahlquellen, wie Verdampferkanonen (ERIC), Schweißkanonen (CTW), Scanner, Bandstrahler und auch plasmabasierte Elektronenstrahlquellen (CCGD). Langjährige Entwicklungserfahrungen im Bereich Substrathandling, Substrattransport, In-situ-Messvorrichtungen und spezifische Verdampfungstiegel 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, bieten 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 an. Diese elektrische Gerätetechnik wird ebenso im Institut entwickelt und gefertigt, wie auch die für die Fokussierung, Zentrierung und Ablenkung von Elektronenstrahlquellen notwendige

elektronenoptische Gerätetechnik. Besonders hervorzuheben ist dabei der neu entwickelte digitale Ablenkverstärker DAV 20 (Abb. 2), welcher einen Elektronenstrahl mit einem Frequenzwinkelprodukt  $20 \text{ kHz} \times 45^\circ$  ablenken kann.

Die Fähigkeit, unsere Kunden mit kompletten integrierten Technologiepaketen bedienen zu können, wird nicht zuletzt auch durch unseren leistungsfähigen Musterbau unterstützt, welcher mit einer beispielhaften Fertigungstiefe, mit spezifischen Kompetenzen auf dem Gebiet Vakuumlöten und ausgeprägten Kompetenzen bei der Verarbeitung von Sondermaterialien, wie Keramik, Molybdän, Wolfram, Titan, sowie durch langjährige Erfahrungen bei der Montage von Baugruppen aus der Hochvakuumanwendung zum Projekterfolg und somit zur Kundenzufriedenheit beiträgt.

Auch nach der Technologieeinführung sind wir mit kompetenten Ansprechpartnern für unsere Kunden da. Im Rahmen unserer After-Sales-Betreuung bieten wir Ersatzteilservice im Direktbezug an. Dabei können wir durch eigene Lagerhaltung für ausgewählte Ersatz- und Verschleißteile sehr kurze Lieferzeiten garantieren. ■

*Bild 1 zeigt einen Verdampfertiegel mit Materialnachschiebung für SAD-Prozess*



In the beginning, there is the technological idea and the desire to offer our clients a tailored solution. The Systems division addresses problems of development and fabrication of component groups required for technical processes that are usually not available in the marketplace. In doing so, client requirements for equipment technology that is either extant or in need of being developed are taken into account in close cooperation with the client, as is the necessary internal cost efficiency that must be considered when introducing new technology. We are able to conceptualize and portray the entire value-added chain – from the idea, through design, development, and prototyping or fabricating the product on behalf of our clients.

In addition to various plasma sources like double-ring magnetrons (DRM), rectangular magnetrons (RM), dual magnetron sputtering (DMS), plasma etchers, large-volume plasma sources (LAVOPLAS), the hardware and knowledge base of our development portfolio for key technological components includes different types of electron beam sources such as evaporative guns (evaporative reactive ion coating/ERIC), welding guns (CTW), scanners, linear aperture, and also plasma-based electron beam sources (cold-cathode glow discharge/CCGD). Years of development experience in the area of substrate handling and transport, in-situ measurement equipment, and specific types of evaporation crucibles complete our expertise. We assist our clients in their decisions making by preparing feasibility studies and working with them on the creation of installation designs. As part of our Integrated Technology packages, we offer our clients high-tech power supplies matched to our plasma sources and the accompanying analog or digital regulation and control engineering to achieve the optimum technological outcome. This electrical engineering is similarly developed and device fabricated within the Institute, just as with the electro-optical device engineering necessary for focusing, centering, and deflecting electron beam sources.

Of particular note is the newly developed DAV 20 digital deflection amplifier (Fig. 2) that can deflect an electron beam with an angle-bandwidth product of  $45^\circ \times 20 \text{ kHz}$ .

The ability to serve our customers via complete Integrated Technology packages is also aided last but not least by our capable prototyping that contributes to a project's success and to customer satisfaction through exemplary depth in fabrication techniques. We offer specific expertise in the area of vacuum soldering and outstanding expertise in working with specialized materials such as ceramics, molybdenum, tungsten, and titanium, as well as years of experience with the assembly of component groups in high-vacuum applications.

Following the introduction of new technology, we also provide customers with support through contact with our expert technical personnel. We offer replacement part service through direct purchase under our after-sales service program. This enables us to guarantee very short delivery times for a selection of replacement parts from our own inventory. ■

Fig. 1 is showing an evaporation crucible with material supply for SAD process

ANLAGENTECHNIK UND TECHNOLOGIEN  
EQUIPMENT AND TECHNOLOGIES



# ANLAGENTECHNIK UND TECHNOLOGIEN

## EQUIPMENT AND TECHNOLOGIES

Das Institut verfügt über zahlreiche industrienaher Anlagen zur Beschichtung großer Flächen in Batch-Anlagen, in-line oder im Rolle-zu-Rolle-Verfahren sowie über Elektronenstrahl-Anlagen zur effizienten Bearbeitung von Oberflächen. In unseren Anlagen können Flachsubstrate aus Glas, Kunststoff oder Metall, flexible Oberflächen wie metallische Bänder oder Kunststofffolien sowie dreidimensionale Bauteile veredelt werden.

The institute is equipped with several pilot plants for large-area coating in batch, in-line or roll-to-roll processes as well as with electron beam equipment for the efficient modification of surfaces. Using these plants we can refine flat substrates made from glass, plastics or metal as well as flexible surfaces like metal strips or polymer films as well as 3-dimensional components.



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

*Einige Anlagen bzw. Anlagenteile wurden gefördert aus Mitteln der Europäischen Union und des Freistaates Sachsen.*

FLEXIBLE ORGANISCHE ELEKTRONIK / FLEXIBLE ORGANIC ELECTRONICS



- Pilotlinie für organische Bauelemente auf Sheet-level (starr oder flexibel)
- Rolle-zu-Rolle-Anlage für OLED und OPV (Metallstreifen/Polymerbahnen bis zu einer Bandbreite von 300 mm)

- Pilot line for organic devices on sheet level (rigid or flexible)
- Roll-to-roll line for OLED and OPV (metal strips/polymer webs up to 300 mm width)



- Organische Leuchtdioden OLED
- Organische Solarzellen
- Organische Photodioden

- Organic light-emitting diode OLED
- Organic solar cells
- Organic photodiodes

MIKRODISPLAYS UND SENSORIK / MICRODISPLAYS AND SENSORS



- Prozesslinie OLED-auf-Silizium – Wafer (200 mm)

- Process line OLED-on-Silicon – Wafer (200 mm)



- Thermische Organikverdampfung kleiner Moleküle
- Elektronenstrahlverdampfung Metalle, Oxide, Nitride
- Sputterprozesse
- Strukturierung von Organika mittels Argonätzung
- Thermische Verdampfung von Metallen
- Strukturiertes Abscheiden von Schichten mittels Schattenmasken
- Inerter Transport zwischen allen Kammern
- Verkapselung gegen Sauerstoff und Wasser („Vitex“)

- Thermal organic evaporation of small molecules
- Electron beam evaporation of metals, oxides, nitrides
- Sputtering processes
- Thermal evaporation of metals
- Structured deposition of layers by means of shadow masks
- Inert transport between all chambers
- Encapsulation against oxygen and water („Vitex“)



## ELEKTRONENSTRAHL / ELECTRON BEAM



- MAXI – In-line Beschichtungsanlage für Platten und metallische Bänder
- CATE – In-line Beschichtungsanlage für CdTe-Dünnschicht-PV
- ERICA – Clusteranlage für komplexe Beschichtungs- und Strukturierungsprozesse im Vakuum
- REAMODE – Versuchsanlage zur Modifizierung von organischen Materialien mit beschleunigten Elektronen

- MAXI – In-line vacuum coating equipment for sheets and metal strips
- CATE – In-line coating plant for thin film CdTe photovoltaic cells
- ERICA – Clustertool for complex coating and structuring processes in vacuo
- REAMODE – Experimental equipment for modifying organic materials using accelerated electrons



- Thermische und nichtthermische Elektronenstrahl-Verfahren
- Plasmaaktivierte Bedampfung
- Puls-Magnetron-Sputtern
- PECVD
- Organische Elektronik

- Thermal and non-thermal electron beam processes
- Plasma-activated deposition
- Pulse magnetron sputtering
- PECVD
- Organic electronics

## PLASMA / PLASMA



- ILA 900 – Vertikale in-line Sputteranlage für Großflächenbeschichtung
- ILA 750 – Vertikale in-line Sputteranlage
- UNIVERSA – Versuchsanlage zur 3D-Beschichtung mittels Puls-Magnetron-Sputtern
- NOVELLA
- ALMA – Versuchsanlage zur Beschichtung von Massengut mittels plasmaaktivierter Hochratebedampfung

- ILA 900 – Vertical in-line sputtering plant for coating large surfaces
- ILA 750 – Vertical in-line sputtering plant
- UNIVERSA – Laboratory coater for layer deposition by means of pulse magnetron sputtering
- NOVELLA
- ALMA – Experimental plant for coating bulk goods via plasma-activated high-rate deposition



- Magnetron-Sputtern
- Plasmaaktivierte Hochratebedampfung
- Hochrate-PECVD
- Hohlkathodenaktivierte CVD

- Magnetron sputtering
- Plasma-activated high-rate deposition
- High-rate PECVD
- Hollow cathode activated CVD

FLEXIBLE PRODUKTE / FLEXIBLE PRODUCTS



- *novoFlex*<sup>®</sup> 600 – Rolle-zu-Rolle Pilotbandbeschichtungsanlage
- *coFlex*<sup>®</sup> 600 – Rolle-zu-Rolle Pilotbandbeschichtungsanlage
- *labFlex*<sup>®</sup> 200 – Laborsputteranlage
- *atmoFlex* (ab 2016)

- *novoFlex*<sup>®</sup> 600 – Roll-to-roll pilot web coater
- *coFlex*<sup>®</sup> 600 – Roll-to-roll pilot sputter roll coater
- *labFlex*<sup>®</sup> 200 – Lab sputter roll coater
- *atmoFlex* (2016)



- Magnetron-Sputtern
- Plasmaaktivierte Hochratebedampfung
- *magPECVD*
- *arcPECVD*
- Ionen-Oberflächenbehandlung

- Magnetron sputtering
- Plasma-activated high-rate deposition
- *magPECVD*
- *arcPECVD*
- Ion surface treatment

PRÄZISIONSBESCHICHTUNG / PRECISION COATING



- In-line-Präzisionsbeschichtungsanlage *PreSensLine* (Substrate bis zu 600 mm × 750 mm × 90 mm)
- Clusteranlagen: Cluster 300 und Cluster 250 (Substrate bis 300 mm Durchmesser)
- Drehtelleranlage *RoTab 200* (Substrate bis 200 mm Durchmesser)
- Laboranlagen: *LBnano*, *PLS*

- In-line precision coating equipment *PreSensLine* (substrates up to 600 mm × 750 mm × 90 mm)
- Cluster equipment: Cluster 300 and Cluster 250 (substrates up to 300 mm diameter)
- Rotary table equipment *RoTab 200* (substrates up to 200 mm diameter)
- Laboratory equipment: *LBnano*, *PLS*



- Magnetron-Sputtern
- Hochrate-PECVD (*magPECVD*)
- Nanopartikel-Abscheidung
- Plasma-Oberflächenbehandlung

- Magnetron sputtering
- High-rate PECVD (*magPECVD*)
- Nano particle deposition
- Plasma surface treatment

## WERKSTOFFKUNDE / ANALYTIK / ANALYSIS



### Analysemethoden für Struktur und chemische Zusammensetzung

- FE-Rasterelektronenmikroskop (SU8000, Hitachi) mit EDS Mikroanalysesystem (Apollo XV, EDAX)
- Ionenpräparation (Cross-Section-Polisher SM-09010, Jeol)
- Optisches Glimmentladungsspektrometer (GD-Profiler 2, HORIBA JOBIN YVON)

### Analysemethoden Schichteigenschaften

- Brechungsindex und Extinktionskoeffizient (Ellipsometer SE850, Sentech)
- Härte und Elastizitätsmodul (Nano Indenter XP, MTS)
- Wasserdampf- und Sauerstoffdurchlässigkeit
- Korrosions- und Klimatests

### Methods for analysis of structure and chemical composition

- FE scanning electron microscope (SU8000, Hitachi) with EDS microanalysis system (Apollo XV, EDAX)
- Ion preparation technique (SM-09010 Cross Section Polisher, Jeol)
- Glow discharge optical emission spectrometer (GD Profiler 2, HORIBA JOBIN YVON)

### Methods for analysis of layer properties

- Index of refraction and extinction coefficient (SE850 ellipsometer, Sentech)
- Hardness and modulus of elasticity (Nano Indenter XP, MTS)
- Water vapor and oxygen transmission rate
- Corrosion and climate tests

## SYSTEME / SYSTEMS



- Entwicklung und Realisierung technologischer Schlüsselkomponenten
- Anlagenspezifische Hardware für Fraunhofer FEP-Entwicklungsprojekte
- Entwicklung und Fertigung
  - technologischer Stromversorgungen
  - analoger und digitaler Steuer- und Regelungstechnik
  - elektronenoptischer Gerätetechnik

- Development and Realization of key technological components
- Equipment-specific hardware for Fraunhofer FEP development projects
- Development and fabrication
  - High-tech power supplies
  - Analog and digital control and regulation engineering
  - Electron-optical device engineering

ANHANG  
APPENDIX

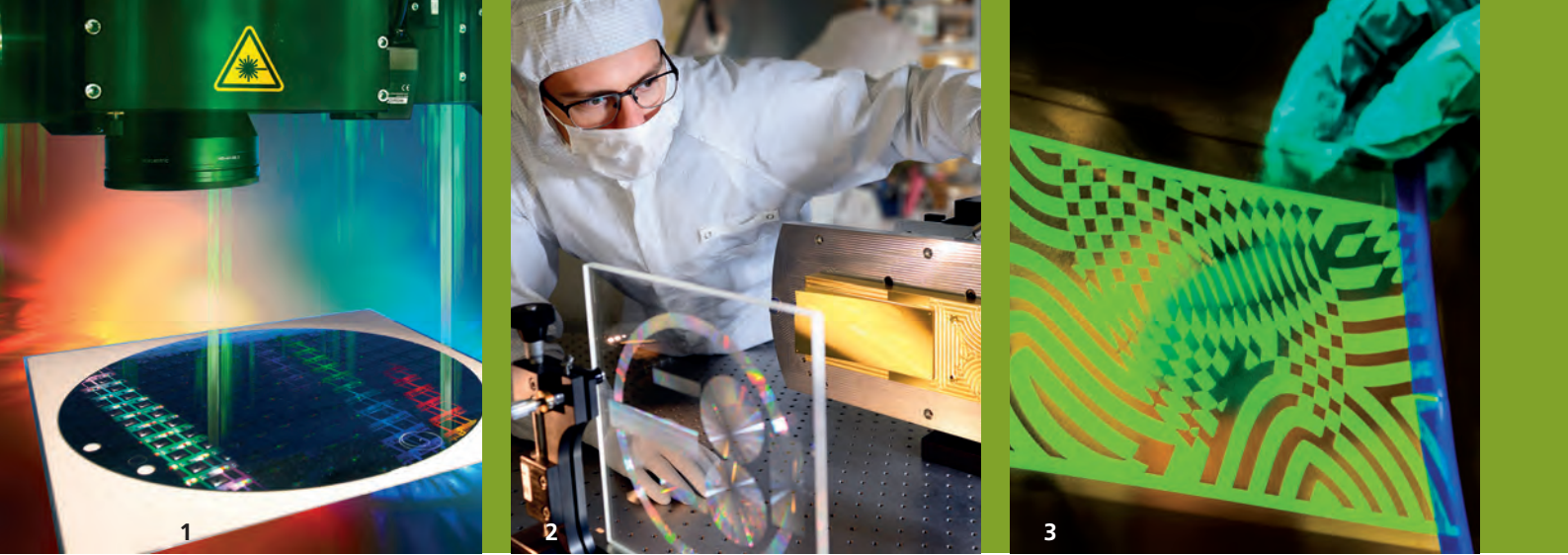


## ANHANG

- Fraunhofer-Verbund Light & Surfaces | 52
- Mitgliedschaften und Kooperationen | 54
- Die Fraunhofer-Gesellschaft | 55
- Namen, Daten und Ereignisse | 56
- Kontakt | 70
- Impressum | 72

## APPENDIX

- Fraunhofer Group for Light & Surfaces | 52
- Memberships and collaboration | 54
- The Fraunhofer-Gesellschaft | 55
- Names, Dates and Events | 56
- Contact | 70
- Editorial notes | 72



# FRAUNHOFER-VERBUND LIGHT & SURFACES

## FRAUNHOFER GROUP FOR LIGHT & SURFACES

### Kompetenz durch Vernetzung

Sechs Fraunhofer-Institute kooperieren im Verbund Light & Surfaces. Aufeinander abgestimmte Kompetenzen gewährleisten eine schnelle und flexible Anpassung der Forschungsarbeiten an die Erfordernisse in den verschiedensten Anwendungsfeldern zur Lösung aktueller und zukünftiger Herausforderungen, insbesondere in den Bereichen Energie, Umwelt, Produktion, Information und Sicherheit. Koordinierte, auf die aktuellen Bedürfnisse des Marktes ausgerichtete Strategien führen zu Synergieeffekten zum Nutzen der Kunden.

### Kernkompetenzen des Verbunds

- Beschichtung und Oberflächenfunktionalisierung
- Laserbasierte Fertigungsverfahren
- Laserentwicklung und Nichtlineare Optik
- Materialien der Optik und Photonik
- Mikromontage und Systemintegration
- Mikro- und Nanotechnologien
- Kohlenstofftechnologie
- Messverfahren und Charakterisierung
- Ultrapräzisionsbearbeitung
- Werkstofftechnologien
- Plasma- und Elektronenstrahlquellen

### Geschäftsfelder

- Abtragen und Trennen
- Bildgebung und Beleuchtung
- Fügen und Generieren
- Lichtquellen und Lasersysteme
- Lithographie
- Materialprüfung und Analytik
- Medizintechnik und Biophotonik
- Mikrosysteme und Sensoren
- Optische Systeme und Instrumentierung
- Werkzeuge und Formenbau

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

Das Fraunhofer FEP arbeitet an innovativen Lösungen im Bereich der Vakuumbeschichtung, der Oberflächenbehandlung und der organischen Halbleiter. Grundlage dieser Arbeiten sind die Kernkompetenzen Elektronenstrahltechnologie, Sputtern, plasmaaktivierte Hochratebedampfung und Hochrate-PECVD sowie Technologien für organische Elektronik und IC-/Systemdesign. Unsere Technologien und Prozesse finden Anwendung im Maschinenbau, im Transportwesen, der Biomedizintechnik, der Architektur und für den Kulturguterhalt, in der Verpackungsindustrie, im Bereich Umwelt und Energie, der Optik, Sensorik und Elektronik sowie in der Landwirtschaft.

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

### Fraunhofer-Institut für Lasertechnik ILT

Mit über 400 Patenten seit 1985 ist das Fraunhofer ILT ein gefragter FuE-Partner der Industrie für die Entwicklung innovativer Laserstrahlquellen, Laserverfahren und Lasersysteme. Unsere Technologiefelder umfassen Laser und Optik, Lasermesstechnik, Medizintechnik und Biophotonik sowie Lasermaterialbearbeitung. Hierzu zählen u. a. das Schneiden, Abtragen, Bohren, Schweißen und Löten sowie die Oberflächenbearbeitung, die Mikrofertigung und das Rapid Manufacturing. Übergreifend befasst sich das Fraunhofer ILT mit Laseranlagentechnik, Prozessüberwachung und -regelung, Modellierung sowie der gesamten Systemtechnik.

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



### Fraunhofer-Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF

Das Fraunhofer IOF entwickelt innovative optische Systeme zur Kontrolle von Licht – von der Erzeugung und Manipulation bis hin zu dessen Anwendung. Unser Leistungsangebot umfasst die gesamte photonische Prozesskette vom optomechanischen und optoelektronischen Systemdesign bis zur Herstellung von kundenspezifischen Lösungen und Prototypen. Das Institut ist in den fünf Geschäftsfeldern Optische Komponenten und Systeme, Feinmechanische Komponenten und Systeme, Funktionale Oberflächen und Schichten, Photonische Sensoren und Messsysteme sowie Lasertechnik aktiv.

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

### Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM

Das Fraunhofer IPM entwickelt maßgeschneiderte Messtechniken, Systeme und Materialien für die Industrie. Dadurch ermöglichen wir unseren Kunden, den Energie- und Ressourceneinsatz zu minimieren und gleichzeitig Qualität und Zuverlässigkeit zu maximieren. Fraunhofer IPM macht Prozesse ökologischer und gleichzeitig ökonomischer. Langjährige Erfahrungen mit optischen Technologien und funktionalen Materialien bilden die Basis für Hightech-Lösungen in der Produktionskontrolle, der Materialcharakterisierung und -prüfung, der Objekt- und Formerfassung, der Gas- und Prozesstechnologie sowie im Bereich Funktionelle Materialien und Systeme.

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

### Fraunhofer-Institut für Schicht- und Oberflächentechnik IST

Das Fraunhofer IST bietet als innovativer FuE-Partner Lösungen in der Oberflächentechnik, die gemeinsam mit Kunden aus Industrie und Forschung erarbeitet werden. Das »Produkt« ist die Oberfläche, die durch Modifizierung, Strukturierung und/oder Beschichtung für Anwendungen primär in den folgenden Geschäftsfeldern optimiert: »Maschinenbau, Werkzeuge und Fahrzeugtechnik«; »Luft- und Raumfahrt«; »Energie und Elektronik«; »Optik« und »Life Science und Umwelt«. Die Kompetenzen des Fraunhofer IST in der Schichtherstellung und Schichtanwendung werden unterstützt durch eine entsprechende Schicht- und Oberflächenanalytik sowie durch die Simulation der vakuumbasierten Beschichtungsprozesse.

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

### Fraunhofer-Institut für Werkstoff- und Strahltechnik IWS

Das IWS steht für Innovationen in den Geschäftsfeldern Fügen, Trennen sowie Oberflächentechnik und Beschichtung. Geschäftsfeldübergreifende Querschnittsthemen sind Energiespeicher, Energieeffizienz, Additive Fertigung, Leichtbau und Big Data. Die Besonderheit des Fraunhofer IWS liegt in der Kombination eines umfangreichen werkstofftechnischen Know-hows mit weitreichenden Erfahrungen in der Entwicklung von Technologien und Systemtechnik. Zahlreiche Lösungen im Bereich der Lasermaterialbearbeitung und Schichttechnik finden jedes Jahr Eingang in die industrielle Fertigung.

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

### Kontakt

Verbundvorsitzender	Verbundassistentin
Prof. Dr. Reinhart Poprawe	Gabriela Swoboda
Telefon +49 241 8906-110	Telefon +49 241 8906-8347

1 Fraunhofer IWS	4 Fraunhofer ILT
2 Fraunhofer IOF	5 Fraunhofer IST
3 Fraunhofer FEP	6 Fraunhofer IPM

[www.light-and-surfaces.fraunhofer.de](http://www.light-and-surfaces.fraunhofer.de)

## **MITGLIEDSCHAFTEN UND KOOPERATIONEN**

### **MEMBERSHIPS AND COLLABORATION**

Um die Wettbewerbsposition unserer Kunden und unseres Instituts zu stärken und schneller zu Innovationen zu gelangen, arbeiten wir über Landesgrenzen hinweg mit internationalen und nationalen Partnern zusammen.

We collaborate with both national and international partners in order to improve the competitive position of our customers and our institute and to promote successful development work.

#### **MITGLIEDSCHAFTEN**

AMA Fachverband für Sensorik e. V.  
Arbeitskreis Glasig-kristalline Multifunktionswerkstoffe  
Bundesverband mittelständische Wirtschaft (BVMW)  
Dresden-concept e. V.  
Dresdner Fraunhofer-Cluster Nanoanalytik  
Energy Saxony e. V.  
Europäische Forschungsgesellschaft Dünne Schichten EFDS e. V.  
European Association for the Promotion of UV and EB curing  
Fachverband für Mikrotechnik  
Forschungsallianz Kulturerbe  
Flexible Electronics Encapsulation Technologies Dresden (FLEET)  
Fraunhofer-Allianz Batterien  
Fraunhofer-Allianz Photokatalyse  
Fraunhofer-Allianz Polymere Oberflächen POLO  
Fraunhofer-Allianz Reinigungstechnik

Fraunhofer-Verbund Light & Surfaces  
Informationsdienst Wissenschaft  
International Council for Coatings on Glass ICCG e. V.  
Kompetenznetz Industrielle Plasma-Oberflächentechnik INPLAS e. V.  
Nano in Germany  
Netzwerk »Dresden – Stadt der Wissenschaft«  
Netzwerk LICHT  
Organic Electronics Saxony e. V. (OES)  
Photonics 21  
Plasma Germany  
Silicon Saxony e. V.  
Verband der Elektrotechnik – Bezirksverein Dresden e. V. (VDE)  
Verband deutscher Maschinen- und Anlagenbau e. V. (VDMA)  
Verband Deutsches Reisemanagement e. V. (VDR)  
Verbundinitiative Maschinenbau Sachsen

#### **AKADEMISCHE KOOPERATIONEN**

Technische Universität Dresden – Institut für Festkörperelektronik  
Westsächsische Hochschule Zwickau  
Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden



## **DIE FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT**

## **THE FRAUNHOFER-GESELLSCHAFT**

Die Fraunhofer-Gesellschaft ist die führende Organisation für angewandte Forschung in Europa. Unter ihrem Dach arbeiten 67 Institute und Forschungseinrichtungen an Standorten in ganz Deutschland. 24 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter erzielen das jährliche Forschungsvolumen von mehr als 2,1 Milliarden Euro. Davon fallen über 1,8 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung. Über 70 Prozent dieses Leistungsbereichs erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft mit Aufträgen aus der Industrie und mit öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Internationale Kooperationen mit exzellenten Forschungspartnern und innovativen Unternehmen weltweit sorgen für einen direkten Zugang zu den wichtigsten gegenwärtigen und zukünftigen Wissenschafts- und Wirtschaftsräumen.

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

The Fraunhofer-Gesellschaft is the leading organization for applied research in Europe. Its research activities are conducted by 67 institutes and research units at locations throughout Germany. The Fraunhofer-Gesellschaft employs a staff of 24,000, who work with an annual research budget totaling more than 2.1 billion euros. Of this sum, more than 1.8 billion euros is generated through contract research. More than 70 percent of the Fraunhofer-Gesellschaft's contract research revenue is derived from contracts with industry and from publicly financed research projects. International collaborations with excellent research partners and innovative companies around the world ensure direct access to regions of the greatest importance to present and future scientific progress and economic development.

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

# NAMEN, DATEN UND EREIGNISSE

## NAMES, DATES AND EVENTS

### MITGLIEDSCHAFT IN GREMIEN

#### A. Arnold

- International Council for Coatings on Glass ICCG e. V.
- Netzwerk »Dresden – Stadt der Wissenschaft«
- Informationsdienst Wissenschaft (IDW)

#### H. Bartzsch

- Europäische Forschungsgesellschaft Dünne Schichten e. V. (EFDS)
- Silicon Saxony e. V.

#### J. Fahlteich

- Fraunhofer-Allianz Polymere Oberflächen POLO
- Technical Advisory Committee der Web Coating Session der Society of Vacuum Coaters (SVC)
- Fraunhofer Flexible Electronics Encapsulation Technologies Dresden (FLEET)

#### P. Frach

- Fraunhofer-Allianz Photokatalyse
- AMA Fachverband für Sensorik e. V.
- Deutsche Gesellschaft für Galvano- und Oberflächentechnik e. V. (DGO)
- Europäische Forschungsgesellschaft Dünne Schichten e. V. (EFDS), Fachausschuss »Oberflächen und Beschichtungen in der Bio- und Medizintechnik«
- Photonic Net
- Bundesverband mittelständische Wirtschaft (BVMW)
- Fachverband für Mikrotechnik
- Silicon Saxony e. V.
- Plasma Germany
- Verband der Elektrotechnik – Bezirksverein Dresden e. V.

#### D. Glöß

- Dresdner Fraunhofer-Cluster Nanoanalytik

#### G. Gotzmann

- Netzwerk SachsenTextil

#### M. Hoffmann

- Dresdner Fraunhofer-Cluster Nanoanalytik

#### M. Junghähnel

- Emerging Technologies TAC Member (SVC)
- Program Committee Member (ICCG)
- Deutsche Glastechnische Gesellschaft/Deutsche keramische Gesellschaft DGG-DKG, Mitglied AK Glasig-kristalline Multifunktionswerkstoffe

#### F. Hoyer

- Fraunhofer Social Media Netzwerk

#### V. Kirchhoff

- Bundesverband mittelständische Wirtschaft (BVMW)
- Europäische Forschungsgesellschaft Dünne Schichten e. V. (EFDS)
- Fraunhofer-Verbund Light & Surfaces
- Organic Electronics Saxony e. V. (OES)
- DRESDEN-concept e. V.

#### **H. Klostermann**

- Kompetenznetz Industrielle Plasma-Oberflächentechnik, AG Neuartige Plasmaquellen und Prozesse, INPLAS
- Europäische Forschungsgesellschaft Dünne Schichten e. V. (EFDS), Fachausschuss »Funktionalisierung von Kunststoffen«

#### **G. Mattausch**

- Informationstechnische Gesellschaft (ITG) des VDE: Fachausschuss 8.6 »Vakuumtechnik und Displays«
- Organizing Committee der »EBEAM – International Conference on High-Power Electron Beam Technology«
- Organizing Committee der »International Conference on Electron Beam Technologies – EBT«
- Verband der Elektrotechnik - Bezirksverein Dresden e.V.

#### **C. May**

- Fraunhofer Flexible Electronics Encapsulation Technologies Dresden (FLEET)
- VDMA - Organic Electronics-Association
- Organic Electronics Saxony e. V. (OES)
- Netzwerk LICHT

#### **C. Metzner**

- Plasma Germany

#### **W. Nedon**

- Forschungsallianz Kulturerbe FALKE

#### **F.-H. Rögner**

- Fraunhofer-Allianz Reinigungstechnik
- International Irradiation Association
- European Association for the Promotion of UV and EB curing

#### **I. Schedwill**

- NANO in Germany

#### **N. Schiller**

- Advisory Board der AIMCAL Web Coating & Handling Conference Europe
- Fraunhofer-Allianz Batterien
- Organic Electronics Saxony e. V. (OES)
- Fraunhofer-Allianz Polymere Oberflächen POLO
- Energy Saxony e. V.

#### **U. Vogel**

- Fraunhofer-Verbund Mikroelektronik
- Silicon Saxony e. V.
- Photonics 21
- EPIC – European Photonics Industry Consortium
- EPoSS – European Technology Platform on Smart Systems Integration
- OptoNet - Kompetenznetzwerk Optische Technologien

#### **C. Wetzel**

- Europäische Forschungsgesellschaft Dünne Schichten e. V. (EFDS), Fachausschuss »Oberflächen und Beschichtungen in der Bio- und Medizintechnik«

#### **O. Zywitzki**

- Dresdner Fraunhofer-Cluster Nanoanalytik (DFCNA)

PATENTE

DE 103 24 556 B4

**Kathodenzerstäubungsverfahren sowie Verwendung des Verfahrens**

FEP 180

H. Bartzsch, G. Gottfried, F. Frach, K. Goedicke, S. Lange

JP 5 698 263 B2

**Verfahren zum Vakuumbeschichten eines Substrates mit einem transparenten leitfähigen Metalllegierungsoxid sowie eine transparente leitfähige Schicht aus einem Metalllegierungsoxid**

FEP 275

M. Fahland, A. Schönberger, W. Schönberger, S. Straach, N. Schiller

JP 5 650 315 B2

**Vorrichtung zum Beschichtung eines Substrates innerhalb einer Vakuumkammer mittels plasmaunterstützter chemischer Dampfabscheidung**

FEP 276

M. Fahland, S. Bunk, R. Zeibe, R. Blüthner, J. Fahlteich

EP 2 633 543 B1

**Vorrichtung zum Erzeugen eines Elektronenstrahls**

FEP 281

G. Mattausch, P. Feinäugle, V. Kirchhoff, D. Weiske, H. Flaske, R. Zeibe

SG 185413 B

**Spotless Arc Directed Vapor Deposition (SA-DVD) and Related Method Thereof**

FEP 284

C. Metzner, B. Scheffel, F.-H. Rögner, G. Mattausch, W. Haydn

CN 103003467 B

**Spotless Arc Directed Vapor Deposition (SA-DVD) and Related Method Thereof**

FEP 284

C. Metzner, B. Scheffel, F.-H. Rögner, G. Mattausch, W. Haydn

DE 10 2013 111 650 B3

**Vorrichtung zum Erzeugen beschleunigter Elektronen**

FEP 310

G. Mattausch, P. Feinäugle, V. Kirchhoff, F.-H. Rögner, J. Kubusch, S. Weiß, S. Schmidt, F. Ender, S. Kaufmann

DE 10 2013 113 688 B3

**Vorrichtung zum Beaufschlagen von Schüttgut mit beschleunigten Elektronen**

FEP 324

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

DE 10 2010 023550 B4

**Beleuchtungselement**

F51305

J. Hesse, C. Kirchhof, U. Bechtloff

US 9,054,333 B2

**Beleuchtungselement**

F51305

J. Hesse, C. Kirchhof, U. Bechtloff

JP 5779406 B2

**Beleuchtungselement**

F51305

J. Hesse, C. Kirchhof, U. Bechtloff

JP 5 660 589 B2

**Optische Anordnung**

F47306

U. Vogel, J. Amelung, D. Kreye, M. Scholles

JP 5 726 073 B2

**Beschichtungsverfahren und Vorrichtung mittels einer plasma-gestützten chemischen Reaktion**

FEP 248

S. Günther, M. Fahland, J. Fahlteich, A. Schönberger, T. Vogt, W. Schönberger

US 9,066,379 B2

**Schaltungsanordnung für in einer zweidimensionalen Matrix angeordnete Leuchtdioden**

F51293

D. Kreye, T. Pressberger

DE 10 2012 016 377 B4

**Verfahren zur Ausbildung flächiger strukturierter Elektroden**

O. Hild, A. Phillipp, F. Schütze

F53005

EP 2 164 309 B1

**Verfahren und Vorrichtung zum Betreiben einer Hohlkathoden-Bogenentladung**

FEP 253

F. Fietzke, R. Labitzke, B.-G. Krätzschar

UA 109032 C2

**Vorrichtung zum Erzeugen eines Elektronenstrahls**

FEP 281

G. Mattausch, P. Feinäugle, V. Kirchhoff, D. Weiske, H. Flaske, R. Zeibe

DE 10 2013 213 935 B4

**Verfahren zum Abscheiden einer piezoelektrischen AlN-haltigen Schicht**

FEP 317

H. Bartzsch, D. Glöb, P. Frach, S. Barth

RU 2 557 078 C2

**Vorrichtung zum Erzeugen eines Elektronenstrahls**

FEP 281

G. Mattausch, P. Feinäugle, V. Kirchhoff, D. Weiske, H. Flaske, R. Zeibe

JP 5767403 B2

**Bidirektionales Display und Ansteuerung desselben**

F52278

R. Herold, B. Richter, U. Vogel

JP 5 808 417 B2

**Vorrichtung zum Erzeugen eines Elektronenstrahls**

FEP 281

G. Mattausch, P. Feinäugle, V. Kirchhoff, D. Weiske, H. Flaske, R. Zeibe

US 9,153,783 B2

**Organic Device and Manufacturing Method Thereof**

F54111

O. Hild, A. Philipp, T. Gil

DE 10 2014 222 749 B3

**Verfahren zur Herstellung einer Kontaktstruktur zwischen einem  
Kantenabschnitt eines 2D-Materials und einem Metall**

FEP 333

B. Beyer, M. Schober, A. Philipp

DE 10 2004 015 231 B4

**Verfahren und Vorrichtung zum Behandeln von Substratoberflächen  
mittels Ladungsträgerbeschuss**

FEP 195

H. Klostermann, F. Fietzke, K. Goedicke, T. Wünsche, B.-G. Böcher

VORTRÄGE

F.-H. Rögner

**Reinigung vor der Beschichtung – Mehr als nur entfetten!**  
EFDS-Workshop Nasschemische Reinigung für das Beschichten – Optimal beherrschen! – Filmische Verunreinigung als Qualitätskriterium  
Fraunhofer FEP  
Dresden, Deutschland  
22. Januar 2015

C. May

**Flexible OLED – new possibilities for automotive lighting**  
Intelligent Automotive Lighting  
Stuttgart, Deutschland  
27.–29. Januar 2015

F.-H. Rögner

**SteriHealth® – Die Strahlensterilisation kommt vor Ort**  
SteriHealth® – Neue Möglichkeiten zur effektiven Vor-Ort-Sterilisation  
Fraunhofer FEP  
Dresden, Deutschland  
03. Februar 2015

J. Schönfelder

**Sterilisation biologischer Gewebe**  
SteriHealth® – Neue Möglichkeiten zur effektiven Vor-Ort-Sterilisation  
Fraunhofer FEP  
Dresden, Deutschland  
03. Februar 2015

M. Junghähnel, S. Garner, T. Gebel, S. Weller

**Recent developments of advanced ITO and IZO coatings on ultra-thin Flexible Glass**  
2015 Flexible & Printed Electronics Conference & Exhibition – 2015 FLEX  
Monterey, USA  
23.–26. Februar 2015

S. Mühl, M. Klein, M. Törker, A. Richter

**Adjustable Nanowire Anisotropy of Slot – Die Coated Anode Layers and its Influence on OLED Performance**  
LOPEC  
München, Deutschland  
03.–05. März 2015

O. R. Hild, M. Schober, U. Vogel

**Development of OLED-Microdisplay with  $\mu$ -Structured R,G,B Subpixels**  
LOPEC  
München, Deutschland  
03.–05. März 2015

B. Beyer

**Transfer challenges – adhesion, flatness, residue, defects**  
The GLADIATOR Projekt, Graphene Connect Materials and Production  
Bilbao, Spanien  
09. März 2015

B. Beyer

**The GLADIATOR project – Challenges in graphene film production**  
The GLADIATOR Projekt, Graphene Connect Materials and Production  
Bilbao, Spanien  
09. März 2015

S. Günther

**The Potential of electron beams in atmosphere – Treatment and curing of flexible materials within roll-to-roll processes**  
ICE International Converting Exhibition  
München, Deutschland  
10.–12. März 2015

C. May

**Shaping the Light – OLED-Technologie für Displays und Beleuchtung**  
Visualounge on stage  
Dresden, Deutschland  
23.–25. März 2015

U. Vogel

**SVGA Bi-directional OLED Microdisplay for Near-to-eye Projection**  
2<sup>nd</sup> International Symposium on Microoptical Imaging and Projection  
Jena, Deutschland  
24.–25. März 2015

U. Vogel

**Orthogonale Photolithografie für hochauflösende, bi-direktionale Mikrodisplays**  
W3 + Fair  
Wetzlar, Deutschland  
26. März 2015

K. Wilken, V. Smirnov, U. W. Paetzold, M. Meier, N. Prager, M. Fahland, F. Finger

**Nanoimprint Texturing of Transparent Plastic Films for Flexible Thin Film Solar Cells**  
2015 MRS Spring Meeting & Exhibit  
San Francisco, USA  
06.–10. April 2015

C. Metzner, B. Scheffel, F. Fietzke, F.-H. Rögner

**Decorative Colored Coatings on Metal Strips**  
42<sup>nd</sup> International Conference on Metallurgical Coatings and Thin Films, ICMCTF  
San Diego, USA  
20.–24. April 2015

A. Weidauer

**Electron treatment of seed**  
2<sup>nd</sup> EuCARD Annual Meeting  
Barcelona, Spanien  
21.–24. April 2015

T. Weichsel

**A Novel Magnetron Sputtering ECR Ion Source—An Emerging Tool for the Production of High Current Metal Ion Beams and Large Area Surface Processing**

58<sup>th</sup> Annual SVC—Society of Vacuum Coaters—Technical Conference  
Santa Clara, USA  
25.–30. April 2015

C. Steiner, J. Fahlteich, E. Rädlein

**Nanostructuring of Ethylene Tetrafluoroethylene Films by a Low Pressure Plasma Treatment Process**

58<sup>th</sup> Annual SVC—Society of Vacuum Coaters—Technical Conference  
Santa Clara, USA  
25.–30. April 2015

J. Fahlteich, C. Steiner, O. Miesbauer, S. Amberg-Schwab, K. Noller, N. Schiller

**Ultra-High Multi-Layer Barriers on Weathering Stable Substrates for Outdoor Application**

58<sup>th</sup> Annual SVC—Society of Vacuum Coaters—Technical Conference  
Santa Clara, USA  
25.–30. April 2015

J. Fahlteich

**Transparent Gas Permeation Barriers on flexible Substrate**

58<sup>th</sup> Annual SVC—Society of Vacuum Coaters—Technical Conference, Tutorial Course  
Santa Clara, USA  
25.–30. April 2015

S. Barth, H. Bartzsch, D. Glöb, P. Frach, M. Gittner, R. Labitzke

**Adjustment of Plasma Properties in Magnetron Sputtering by Pulsed Powering in Mixed Unipolar and Bipolar Mode**

58<sup>th</sup> Annual SVC—Society of Vacuum Coaters—Technical Conference, Tutorial Course  
Santa Clara, USA  
25.–30. April 2015

J.-P. Heinß, P. Lang, P. Ruppelt

**Temperature Control of Metal Strip during High-Rate Vacuum Coating**

58<sup>th</sup> Annual SVC—Society of Vacuum Coaters—Technical Conference  
Santa Clara, USA  
25.–30. April 2015

H. Klumbies, J. Fahlteich, S. Kreher, F. Nehm, L. Mueller-Meskamp, T. Winkler

**Consequences of Roll-Barrier Contact in Roll-to-Roll Processing of a Permeation Barrier**

58<sup>th</sup> Annual SVC—Society of Vacuum Coaters—Technical Conference  
Santa Clara, USA  
25.–30. April 2015

M. Jahnel

**Integration of polymer organic photodiodes on complementary metal-oxide-semiconductor (CMOS) backplanes for bio and medical applications**

Printed Electronics  
Berlin, Deutschland  
28.–29. April 2015

F.-H. Rögner

**Entschichtung—Wenn die Funktionsschicht zur Kontamination wird**

EFDS-Workshop—Entschichtung, Recycling und Wiederaufbereitung  
Dresden, Deutschland  
29. April 2015

S. Barth, H. Bartzsch, D. Glöb, P. Frach, T. Modes, O. Zywitzki, G. Suchaneck, G. Gerlach

**Influence of process parameters on properties of piezoelectric AlN and AlScN thin films for sensor and energy harvesting applications**

SPIE Europe Conference, Micro Technologies  
Barcelona, Spanien  
04.–06. Mai 2015

J. Fahlteich

**Encapsulation of Flexible Organic and Hybrid Solar Cells: Roll-to-Roll Technologies, Trends and Challenges**

E-MRS 2015 Spring Meeting Symposium  
Lille, Frankreich  
11.–15. Mai 2015

J. Fahlteich

**Roll-to-Roll Manufacturing of Functional Substrates and Encapsulation Films for Organic Electronics: Technologies and Challenges**

SID 2015—International Symposium Society for Information Display, Display Week 2015  
San Jose, USA  
30. Mai–04. Juni 2015

D. Glöb, P. Frach, C. Gottfried, J.-S. Liebig, T. Goschurny, H. Sahn

**Anti Reflective (AR) Coating for a backlight of a holographic 3D displays**

SID 2015—International Symposium Society for Information Display, Display Week 2015  
San Jose, USA  
30. Mai–04. Juni 2015

P. Wartenberg, B. Richter, S. Brenner, M. Thomschke, K. Fehse, J. Baumgarten, U. Vogel

**SVGA Full-Color Bidirectional OLED Microdisplay**

SID 2015—International Symposium Society for Information Display, Display Week 2015  
San Jose, USA  
30. Mai–04. Juni 2015

B. Richter

**Bidirectional OLED Microdisplays: Technology and Applications**

SCIEN Colloquium Series  
Stanford University, USA  
04. Juni 2015

P. Wartenberg

**Next Generation OLED Microdisplay**

Augmented World Expo  
Santa Clara, USA  
08.–11. Juni 2015

W. Schönberger, H. Bartzsch, S. Schippel, T. Bachmann  
**Deposition of rutile TiO<sub>2</sub> films by pulsed and high power pulsed magnetron sputtering**  
6<sup>th</sup> International Conference on Fundamentals and Industrial Applications of HIPIMS  
Braunschweig, Deutschland  
10.–11. Juni 2015

F.-H. Rögner  
**Was ist SAUBER? Der ewige Kampf gegen den Schmutz, ein spannender Exkurs in die Welt der Oberfläche**  
Tage der Wissenschaften am BSZ Radebeul  
Radebeul, Deutschland  
10. Juni 2015

K. Wilken, U. W. Paetzold, M. Meier, M. Smeets, N. Prager, M. Fahland, F. Finger, V. Smirnov  
**Improved Flexible Thin-Film Solar Cells with Nanoimprinted Light Management Texture**  
42<sup>nd</sup> IEEE Photovoltaic Specialists Conference PVSC  
New Orleans, USA  
14.–19. Juni 2015

F.-H. Rögner  
**A wide sprayed field of application for low energy electron irradiation in European Industries**  
APAE kick-off meeting The Applications of Particle Accelerators in Europe, Royal Academy of Engineering  
London, GB  
18.–19. Juni 2015

I. Vicente Gabás  
**A novel approach for high voltage glow discharge enhanced by a wire anode array**  
International Conference on Phenomena in Ionized Gases, ICPIG 2015  
Iasi, Romania  
26.–31. Juli 2015

B. Beyer  
**LOMID – Large cost-efficient OLED microdisplays and their application**  
IKT-Arbeitsgruppe, Informationsveranstaltung  
Freital, Deutschland  
02. September 2015

T. Goschurny, D. Glöb, H. Bartzsch, P. Frach, K. Täschner, J.-S. Liebig, H. Sahm  
**Anti Reflective (AR) Coating for a Back-light of a Holographic 3D Display**  
SPIE Optical Systems Design  
Jena, Deutschland  
07.–09. September 2015

U. Vogel  
**Near-to-eye displays with embedded eye-tracking by bi-directional OLED microdisplay**  
SPIE Optical Systems Design  
Jena, Deutschland  
07.–09. September 2015

A. Weidauer  
**Electron treatment of seed**  
IAEA Technical Meeting – New Generation of EB-Accelerators for Emerging Radiation Processing Applications  
Wien, Österreich  
07.–11. September 2015

S. Mühl, C. Keibler, M. Törker, M. Jahnel, A. Richter  
**Plasma treatment of slot die coated polymer layers for OLEDs**  
European Coating Symposium 2015  
Eindhoven, Niederlande  
09.–11. September 2015

S. Mogck  
**Flexible OLED-Leuchtelemente**  
3. Industry Partners Day – Light Jumps! – Internationales Jahr des Lichts  
Dresden, Deutschland  
10. September 2015

M. Junghähnel  
**Smarte PVD-Schichten auf flexiblem Glas für Beleuchtungsanwendungen**  
3. Industry Partners Day – Light Jumps! – Internationales Jahr des Lichts  
Dresden, Deutschland  
10. September 2015

O. R. Hild, U. Vogel  
**OLED Mikrodisplays – Anwendungen**  
3. Industry Partners Day – Light Jumps! – Internationales Jahr des Lichts  
Dresden, Deutschland  
10. September 2015

P. Frach, D. Glöb, T. Goschurny, C. Gottfried, J.-S. Liebig  
**Anti Reflective (AR) Coating for a Back-light of a Holographic 3D Display**  
3. Industry Partners Day – Light Jumps! – Internationales Jahr des Lichts  
Dresden, Deutschland  
10. September 2015

C. Drewniok, C. Wetzel, J. Hauptmann  
**Regeneration gestresster Zellen durch Behandlung mit OLED-Licht, erste Ergebnisse**  
3. Industry Partners Day – Light Jumps! – Internationales Jahr des Lichts  
Dresden, Deutschland  
10. September 2015

H. Bartzsch, P. Frach, D. Glöb, J.-S. Liebig, K. Täschner  
**Präzisionsbeschichtung für optische Anwendungen**  
3. Industry Partners Day – Light Jumps! – Internationales Jahr des Lichts  
Dresden, Deutschland  
10. September 2015



O. R. Hild, M. Jahnel, B. Beyer

**Organische Photodioden (OPD) für Sensorlösungen**

3. Industry Partners Day–Light Jumps! –Internationales Jahr des Lichts  
Dresden, Deutschland  
10. September 2015

C. Kirchhof

**Flex+**

3. Industry Partners Day–Light Jumps! –Internationales Jahr des Lichts  
Dresden, Deutschland  
10. September 2015

B. Zimmermann, U. Hartung, C. Gottfried, G. Mattausch, T. Fiegler,  
H. Klostermann

**Plasma-activated high rate EB-PVD on tools and components in Fraunhofer FEP's new lab coater NOVELLA**

AIS User Conference 2015  
Radebeul, Deutschland  
10. September 2015

K. Wilken, U. W. Paetzold, M. Meier, G. Ablayev, N. Prager, M. Fahland,  
F. Finger, V. Smirnov

**Light Management in Flexible Thin-Film Solar Cells on Transparent Plastic Substrates**

26<sup>th</sup> International Conference on Amorphous and Nanocrystalline Semiconductors  
Aachen, Deutschland  
13.–18. September 2015

J.-P. Heinß, B. Pfefferling, S. Saager, D. Temmler

**Deposition of Silicon Layers with Rates up to 300 nm/s**

European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition,  
EU PVSEC 2015  
Hamburg, Deutschland  
14.–18. September 2015

S. Saager, T. Mauersberger, C. Metzner, D. Temmler

**Density Determination and Gas Absorption Measurements in Ambient Nitrogen of Silicon Thin Films Deposited by Crucible-Free Electron Beam Evaporation**

European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition,  
EU PVSEC 2015  
Hamburg, Deutschland  
14.–18. September 2015

U. Vogel

**Mikrodisplays and OLED-on-Silicon Process Technology**

Dresden Microelectronics Academy 2015  
Dresden, Deutschland  
14.–18. September 2015

S. Weller, M. Junghähnel, T. Gebel, W. Skorupa, T. Schuhmann

**Electrical, Optical and Structural Properties of Indium Zinc Oxide and Indium Tin Oxide Thin Films after Flash Lamp Annealing**

EMRS Fall Meeting  
Warschau, Polen  
15.–19. September 2015

O. R. Hild

**OLED Mikrodisplays: Technologie und Anwendungen**

Praxiszirkel Polymers & Structures, Strukturierung und Funktionalisierung von Oberflächen, Hightech Zentrum Argau  
Brugg, Schweiz  
16. September 2015

S. Weller, M. Junghähnel, T. Gebel, J. Westphalen, W. Skorupa,  
T. Schuhmann

**Static and dynamic flash lamp annealing of room temperature deposited transparent conductive oxide films on flexible glass**

EUROMAT 2015  
Warschau, Polen  
20.–24. September 2015

M. Schober

**OLED Microdisplays**

SID Eurodisplay  
Gent, Belgien  
21.–23. September 2015

U. Vogel, P. Wartenberg, B. Richter, S. Brenner, M. Thomschke, K. Fehse,  
J. Baumgarten

**SVGA Bi-directional OLED Microdisplay for Near-to-eye Projection**

SID Eurodisplay  
Gent, Belgien  
21.–23. September 2015

C. May

**Encapsulation and Integration of flexible OLED for lighting Application**

Chemistry, Materials & Light 2015  
Bologna, Italien  
21.–23. Oktober 2015

H. Bartzsch, S. Barth, D. Glöß, P. Frach, M. Gittner, R. Labitzke

**Characterization of the energetic substrate bombardment during magnetron sputtering in different pulse modes by probe measurements and usage to optimize coating properties**

2. Workshop Diagnostic systems for plasma processes des IFU  
Lichtenwalde, Deutschland  
30. September 2015

M. Jahnel, M. Thomschke, K. Fehse, S. Mühl, U. Vogel, J. D. An, H. Park,  
K. Leo, V. Kirchhoff, C. Im

**Integration of polymer organic photodiodes on complementary metal-oxide-semiconductor (CMOS) backplanes for bio and medical applications**

Plastic Electronics  
Dresden, Deutschland  
06.–08. Oktober 2015

S. Mogck, M. Törker

**OLED lighting using ultra-thin flexible glass**

Plastic Electronics  
Dresden, Deutschland  
06.–08. Oktober 2015

S. Weller, M. Junghänel, T. Gebel, J. Westphalen, W. Skorupa, T. Schuhmann

**Kurzzeit-Temperung von transparenten leitfähigen Schichten auf ultradünnem flexiblem Glas mittels Xenon-Blitzlampen**

LGO–Living Glass Surface VII  
Ilmenau, Deutschland  
07.–08. Oktober 2015

P. Frach, M. Vergöhl, G. Schottner, D. Glöb, F. Neumann, T. Graumann, S. Weller, K. Rose, J. P. Barz

**Photokatalytische Dünnschichten hergestellt mit verschiedenen plasmagestützten Verfahren**

V2015, Vakuumbeschichtung & Plasmaoberflächentechnik  
Dresden, Deutschland  
12.–15. Oktober 2015

T. Weichsel, U. Hartung, T. Kopte, G. Zschornack, M. Kreller, A. Philipp

**MECRIS – Eine neue Hybrid-Metallionenquelle für die Großflächenimplantation**

V2015, Vakuumbeschichtung & Plasmaoberflächentechnik  
Dresden, Deutschland  
12.–15. Oktober 2015

P. Frach, D. Glöb, H. Bartzsch, T. Goschurny, A. Drescher, C. Gottfried, J.-S. Liebig, J. Hartung, A. Heisig, H. Grune, L. Leischnig, S. Leischnig, H. Neuman, C. Bundesmann

**Großflächige präzisionsoptische Beschichtungen durch reaktives Puls-Magnetron-Sputtern**

V2015, Vakuumbeschichtung & Plasmaoberflächentechnik  
Dresden, Deutschland  
12.–15. Oktober 2015

I. Vicente Gabás

**Toroidal Electron Source for Homogeneous Seed Treatment**

RADTECH Europe 2015  
Prag, Tschechien  
13.–15. Oktober 2015

J. Portillo

**19<sup>th</sup> century paper stabilization**

RADTECH Europe 2015  
Prag, Tschechien  
13.–15. Oktober 2015

D. Glöb, P. Frach, H. Bartzsch, C. Gottfried, S. Barth, M. Gittner, T. Goschurny, A. Drescher

**Process Control and Process Parameters to Influence the Energetic Substrate Bombardment in Reactive Magnetron Sputtering**

9th International Symposium on Transparent Oxide and Related Materials for Electronics and Optics (TOEO-9)  
Tsukuba, Japan  
19.–21. Oktober 2015

C. May

**Encapsulation and integration of OLED on flexible substrates**

OLEDs World Summit 2015  
Berkeley, USA  
27.–29. Oktober 2015

J. Schönfelder

**Sterilisation mit Elektronen**

Life Science Incubator-Workshop: Vorstellung anwendungsorientierter Wissenschaftsprojekte in Kooperation mit dem Life Science Inkubator Sachsen zum Thema Gewebemedizin  
Dresden, Deutschland  
01. November 2015

T. Preußner

**Transparent, leitfähige Schichten – Hightech im Alltag**

Workshop HighTech-Oberflächen für neue Produkte und Verfahren  
Zwickau, Deutschland  
05. November 2015

P. Frach

**Technologie und Anwendungsbeispiele für optische Gradientenschichten**

Optence-Workshop Optikbeschichtung entlang der Prozesskette  
Darmstadt, Deutschland  
11.–12. November 2015

F.-H. Rögner

**Reinigen und Vorbehandeln in der Optikfertigung**

Optence-Workshop Optikbeschichtung entlang der Prozesskette  
Darmstadt, Deutschland  
11.–12. November 2015

F.-H. Rögner

**SteriHealth® – A new on-site electron beam sterilization system for individually packaged products**

Symposium Recent Advances in Surface Sterilization and Disinfection,  
Fraunhofer IVV  
Freising, Deutschland  
19.–20. November 2015

A. Weidauer

**Elektronensterilisation von Saatgut–Schutz der Boden Fauna**

European Network of Scientists for Social and Environmental Responsibility,  
Post-Neonikotinoid-Symposium  
Berlin, Deutschland  
01. Dezember 2015

F.-H. Rögner

**Treatment of seed against pathogens by low energy electrons– environmental friendly, save and easy to use**

Ag-Bio Congress  
Amsterdam, Niederlande  
02.–03. Dezember 2015

F.-H. Rögner

**Teilprojekt 3: Bibliotheken und Papier**

Auftaktveranstaltung  
Mit Fraunhofer Innovationen unser Kulturerbe schützen  
Dresden, Deutschland  
08. Dezember 2015

M. Junghähnel, S. Weller, T. Gebel, W. Skorupa, T. Schumann  
**Highly Stable Transparent Conductive Coatings on Ultra-Thin Glass for Flexible Devices**  
22<sup>nd</sup> International Display Workshop, IDW  
Otsu, Japan  
09. – 11. Dezember 2015

P. Frach, H. Bartzsch, S. Barth, D. Glöß, M. Gittner, R. Labitzke  
**Sonden- und emissionspektroskopischer Diagnostik für die Prozesssteuerung beim Magnetronspattern**  
EFDS-Workshop Diagnostik von Prozessplasmen: Möglichkeiten, Grenzen und Anwendungen  
Dresden, Deutschland  
09. Dezember 2015

S. Mogck  
**Strategien zum Laserstahlschneiden dünner Glas-Lamine**  
Workshop Laserbearbeitung von Glaswerkstoffen  
Nürnberg, Deutschland  
17. Dezember 2015

## VORLESUNGEN

Dr. Peter Frach  
**Plasmatechnik**  
Technische Universität Dresden

Prof. C. Metzner  
**Elektronenstrahltechnologie**  
Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden

## VERÖFFENTLICHUNG – BUCH

S. Barth  
**Hochrate-Abscheidung von piezoelektrischen Aluminium-nitrid-Dünnschichten mittels reaktivem Magnetron-Sputterns**  
Buch zur Reihe "Dresdner Beiträge zur Sensorik"  
TUDpress Verlag der Wissenschaften Dresden  
ISBN-13: 978-3959080132

VERÖFFENTLICHUNGEN

- S. Krotkus, F. Nehm, R. Janneck, S. Kalkura, A. A. Zakhidov, M. Schober, O. R. Hild, D. Kasemann, S. Hofmann, K. Leo, S. Reineke  
**Influence of bilayer processing on p-i-n OLEDs-towards multicolor photolithographic structuring of organic displays**  
Proceedings of SPIE, Nr. 9360, Organic Photonic Materials and Devices XVII  
16. März 2015, doi: 10.1117/12.2080174
- Y. Wu, H. Klostermann, J. Geis-Gerstorfer, L. Scheideler, F. Rupp  
**Photocatalytic effects of reactively sputtered N-doped anatase upon irradiation at UV-A and UV-A/VIS threshold wavelengths**  
Surface & Coatings Technology  
Vol. 272, 2015, p. 337–342
- S. Barth, H. Bartzsch, D. Glöb, P. Frach, M. Gittner, R. Labitzke  
**Adjustment of Plasma Properties in Magnetron Sputtering by Pulsed Powering in Mixed Unipolar and Bipolar Mode**  
Proceedings of 58<sup>th</sup> Annual SVC–Society of Vacuum Coaters–Technical Conference, Santa Clara, USA, 25.–30. April 2015  
p. 1–4
- H. Klumbies, J. Fahlteich, S. Kreher, F. Nehm, L. Mueller-Meskamp, T. Winkler  
**Consequences of Roll-Barrier Contact in Roll-to-Roll Processing of a Permeation Barrier**  
Proceedings of 58<sup>th</sup> Annual SVC–Society of Vacuum Coaters–Technical Conference, Santa Clara, USA, 25.–30. April 2015  
p. 1–3
- J.-P. Heinß, P. Lang, P. Ruppelt  
**Temperature Control of Metal Strip during High-Rate Vacuum Coating**  
Proceedings of 58<sup>th</sup> Annual SVC–Society of Vacuum Coaters–Technical Conference, Santa Clara, USA, 25.–30. April 2015  
p. 1–6
- C. Steiner, J. Fahlteich, E. Rädlein  
**Nanostructuring of Ethylene Tetrafluoroethylene Films by a Low Pressure Plasma Treatment Process**  
Proceedings of 58<sup>th</sup> Annual SVC–Society of Vacuum Coaters–Technical Conference, Santa Clara, USA, 25.–30. April 2015  
p. 1–4
- J. Fahlteich, C. Steiner, N. Schiller, O. Miesbauer, K. Noller, K.-J. Deichmann, S. Amberg-Schwab  
**Ultra-High Multi-Layer Barriers on Weathering Stable Substrates for Outdoor Application**  
Proceedings of 58<sup>th</sup> Annual SVC–Society of Vacuum Coaters–Technical Conference, Santa Clara, USA, 25.–30. April 2015  
p. 1–7
- C. Drost, B. Siepchen, K. Velappan, B. Späth, C. Kraft, T. Modes, O. Zywitzki  
**Activation of CdTe-based thin films with zinc chloride and tetrachlorozincates**  
Thin Solid Films  
Vol. 582, 1. Mai 2015, Pages 100–104
- S. Barth, H. Bartzsch, D. Glöb, P. Frach, T. Modes, O. Zywitzki, G. Suchaneck, G. Gerlach  
**Influence of process parameters on properties of piezoelectric AlN and AlScN thin films for sensor and energy harvesting applications**  
Proceedings of SPIE, Vol. 9517, Smart Sensors, Actuators, MEMS VII and Cyber Physical Systems  
p. 951704
- P. Wartenberg  
**Organisches Pixel-Dickicht**  
elektronik information  
Nr. 06, 2015, p. 16–18
- P. Wartenberg, B. Richter, S. Brenner, M. Thomschke, K. Fehse, J. Baumgarten, U. Vogel  
**15.5L: Late-News Paper: SVGA Full-Color Bidirectional OLED Micro-display**  
SID Symposium Digest of Technical Papers  
Vol. 46, Issue 1, 2015, p. 204–206
- M. Maicu, D. Glöb, P. Frach, D. Hecker, G. Gerlach, J. M. Córdoba  
**Photocatalytic Properties of TiO<sub>2</sub> Thin Films Modified with Ag and Pt Nanoparticles Deposited by Gas Flow Sputtering**  
Journal of Nanoscience and Nanotechnology  
Vol. 15, 2015, p. 6478–6486
- A. I. Hofmann, W. T. T. Smaal, M. Mumtaz, D. Katsigiannopoulos, C. Brochon, F. Schütze, O. R. Hild, E. Cloutet, G. Hadziioannou  
**An Alternative Anionic Polyelectrolyte for Aqueous PEDOT Dispersions: Toward Printable Transparent Electrodes**  
Angewandte Chemie International  
Vol. 54, Issue 29, 2015, page 8506–8510
- H. Klostermann  
**Funktionalisierte Oberflächen**  
DeviceMed  
JG 11, Ausgabe 7–8, August 2015, S. 44–45
- T. Weichsel, U. Hartung, T. Kopte, G. Zschornack, M. Kreller, A. Philipp  
**A hybrid electron cyclotron resonance metal ion source with integrated sputter magnetron for the production of an intense Al<sup>+</sup> ion beam**  
Review of Scientific Instruments  
Vol. 86, 2015, p. 093301 ff.
- S. Weller, M. Junghänel  
**Flash Lamp Annealing of ITO thin films on ultra-thin glass**  
Vakuum in Forschung und Praxis  
Vol. 27, Nr. 4, August 2015, p. 29–33
- M. Thomschke  
**Auf den Chip gekommen – Organische Elektronik für Sensoranwendungen**  
Lab & More  
Vol. 1, 2015, p. 40–43
- M. Thomschke  
**Served on a chip – Organic electronics for sensor applications**  
Lab & More  
Vol. 2, 2015, p. 17–19

- M. Jahnel, M. Thomschke, K. Fehse, U. Vogel, J. D. An, H. Park, K. Leo, C. Im  
**Integration of near infrared and visible organic photodiodes on a complementary metal-oxide-semiconductor compatible backplane**  
Thin Solid Films  
Vol. 592, 2015, p. 94–98
- H. Park, J. An, J. Song, M. Lee, H. Ahn, M. Jahnel, C. Im  
**Thickness dependent internal quantum efficiency of narrow band-gap polymer based solar cells**  
Solar Energy Materials & Solar Cells  
Vol. 143, 2015, p. 242–249
- K. Wilken, U. W. Paetzold, M. Meier, N. Prager, M. Fahland, F. Finger, V. Smirnov  
**Nanoimprint texturing of transparent flexible substrates for improved light management in thin-film solar cells**  
Physica Status Solidi–Rapid Research Letters  
Vol. 9, Nr. 4, 2015, pp. 215–219
- B. Richter  
**Mehr Leistung auf kleinerem Raum**  
Polyscope  
Nr. 12–13, 2015, S. 28–30
- B. Beyer, K. Leo  
**Efficiency increase of organic solar cells with emissive light-in-coupling layers**  
Journal of Materials Chemistry C  
Vol. 3, 2015, p. 10830–10836
- K. Wilken, U. W. Paetzold, M. Meier, M. Smeets, N. Prager, M. Fahland, F. Finger, V. Smirnov  
**Light Management in Flexible Thin-Film Solar Cells–The Role of nanoimprinted Textures and Tilted Surfaces**  
IEEE Journal of Photovoltaics  
Vol. 5, Nr. 6, 2015, p. 1646–1653
- O. Zywitzki, T. Modes, M. Dienel, H. Morgner, C. Metzner  
**Effect of microstructure on chlorine activation of Cadmium Telluride thin film solar cells**  
Proceedings of European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition, EU PVSEC 2015, Hamburg, Deutschland, 14.–18. September 2015  
S. 1210–1215
- J.-P. Hei, B. Pfefferling, S. Saager, D. Temmler  
**Deposition of Silicon Layers with Rates up to 300 nm/s**  
Proceedings of European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition, EU PVSEC 2015, Hamburg, Deutschland, 14.–18. September 2015  
S. 1022–1025
- S. Saager, T. Mauersberger, C. Metzner, D. Temmler  
**Density Determination and Gas Absorption Measurements in Ambient Nitrogen of Silicon Thin Films Deposited by Crucible-Free Electron Beam Evaporation**  
Proceedings of European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition, EU PVSEC 2015, Hamburg, Deutschland, 14.–18. September 2015  
S. 1036–1041
- U. Vogel, P. Wartenberg, B. Richter, S. Brenner, M. Thomschke, K. Fehse, J. Baumgarten  
**SVGA Bidirectional OLED Microdisplay for Near-to-Eye Projection**  
SID Symposium Digest of Technical Papers  
Vol. 46, Iss. S1, 2015, p. 66 ff.
- H. Nizard, T. Gaudy, A. Toutant, J. Iacono, P. Descamps, P. Leempoel, F. Massines  
**Influence of discharge and jet flow coupling on atmospheric pressure plasma homogeneity**  
Journal of Physics D: Applied Physics  
Vol. 48, 2015, p. 415204, 8 p.
- C. Kirchhof, A. Zagorni  
**Forschung und Industrie entwickeln gemeinsam flexible Elektronik**  
Elektronik Praxis  
Sonderausgabe Oktober 2015, p. 16–17
- C. Kirchhof, A. Zagorni  
**Forum flex+ bndelt Innovationspotenzial in der Organischen und Flexiblen Elektronik**  
PLUS  
Vol. 10, 2015, S. 2084–2087
- S. Barth, H. Bartzsch  
**Deposition of piezoelectric films for energy harvesting**  
Elektronik Praxis, Sonderausgabe The future of Microelectronics  
Open Access, November 2015
- M. Jahnel, B. Beyer, M. Thomschke, K. Fehse, F. Krujatz, K. Leo  
**Narrow Bandwidth Top-Emitting OLEDs Designed for Rhodamine 6G Excitation in Biological Sensing Applications**  
Electronics 2015  
Vol. 4, Nr. 4, p. 982–994
- A. Steude, M. Jahnel, M. Thomschke, M. Schober, M. C. Gather  
**Controlling the Behavior of Single Live Cells with High Density Arrays of Microscopic OLEDs**  
Advanced Materials  
Vol. 27, Issue 46, 2015, p. 7657–7661
- J. Fahlteich, C. Steiner, O. Miesbauer, S. Amberg-Schwab, K. Noller, M. Mirza  
**Funktionsfolien fr Auenwendungen–Ein Meilenstein auf dem Weg zur Funktionalisierung von Membrandchern und Fassaden**  
Kunststoffe  
Nr. 12, 2015, S. 66–69
- M. C. Cruz, G. Ruano, M. Wolf, D. Hecker, E. C. Vidaurre, R. Schmittgens, V. B. Rajal  
**Plasma deposition of silver nanoparticles on ultrafiltration membranes: Antibacterial and anti-biofouling properties**  
Chemical Engineering Research and Design, 94, 2015, 524–537.
- D. Hecker, D. Gloess, P. Frach, G. Gerlach  
**Electrospray ionization deposition of BSA under vacuum conditions**  
Proc. of SPIE Microtechnologies Vol. 9517, 2015, 951729

POSTER

M. Jahnel, M. Thomaschke, B. Beyer, K. Fehse, K. Leo, V. Kirchoff  
**OLED on silicon for Biomedical Sensor Application**  
79. DPG-Jahrestagung und DPG-Frühjahrstagung  
Berlin, Deutschland  
15.–20. März 2015

B. Graffel  
**Electron Beam-fired Contacts in Thick Metal Layers**  
Silicon PV– 5th International Conference on Crystalline Silicon Photovoltaics  
Konstanz, Deutschland  
23.–26. März 2015

V. Fischer  
**Electron Beam Doping: A Novel Approach for Creating Selective Emitters in Crystalline Silicon Solar Cells**  
Silicon PV– 5th International Conference on Crystalline Silicon Photovoltaics  
Konstanz, Deutschland  
23.–26. März 2015

G. Gotzmann, J. Beckmann, B. Scholz, Chr. Wetzel, C. Werner  
**DLC for medical-technical applications modified by electron beam**  
5th International Symposium–Interface Biology of Implants IBI  
Warnemünde, Deutschland  
06.–08. Mai 2015

M. Junghähnel, S. Weller, T. Gebel  
**Advanced processing of ITO and IZO thin films on Flexible Glass**  
SID 2015–International Symposium Society for Information Display, Display Week 2015  
San Jose, USA  
30. Mai–04. Juni 2015

S. Mühl, M. Klein, M. Törker, A. Richter  
**Optimized Anodes for Flexible Large Area OLEDs**  
SID 2015–International Symposium Society for Information Display, Display Week 2015  
San Jose, USA  
30. Mai–04. Juni 2015

M. Jahnel, M. Thomschke, S. Mühl, K. Fehse, K. Leo, C. Im, V. Kirchoff  
**Organic photodiodes for multi spectral sensor applications**  
ICOE 2015  
Erlangen, Deutschland  
15.–17. Juni 2015

B. Zimmermann, G. Mattausch, I. Vicente Gabás, F. Fietzke, B. Scheffel, F.-H. Rögner, C. Metzner  
**Discharge-based electron beam sources for plasma-activated EB-PVD**  
International Conference on Phenomena in Ionized Gases, ICPIG 2015 Iasi, Romania  
26.–31. Juli 2015

A. Weidauer, F.-H. Rögner  
**Electron treatment of seeds–An efficient, economical and environmental-friendly process for pathogen reduction**  
IPPC  
Berlin, Deutschland  
24.–27. August 2015

D. Hirsch, H. Morgner  
**Mo-Oxid-Rückkontakt für CdTe**  
European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition, EU PVSEC 2015  
Hamburg, Deutschland  
14.–18. September 2015

O. Zywitzki, T. Modes, M. Dienel, H. Morgner, C. Metzner  
**Effect of microstructure on chlorine activation of Cadmium Telluride thin film solar cells**  
European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition, EU PVSEC 2015  
Hamburg, Deutschland  
14.–18. September 2015

B. Graffel  
**Elektronenstrahlsintern gedruckter Kupfertinten auf temperatur-sensiblen Substraten**  
Werkstoffwoche  
Dresden, Deutschland  
14.–19. September 2015

H. Morgner, E. Schwuchow, O. Zywitzki, T. Modes, L. Decker, C. Metzner  
**Structure and Chemical Composition of Sputtered MoOX Layers in Back Contact of CdTe Solar Cells in Substrate Configuration**  
European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition, EU PVSEC 2015  
Hamburg, Deutschland  
14.–18. September 2015

E. Bodenstein, D. Temmler  
**Electron Beam induced Etching (EBIE) with high-purity hydrogen–an alternative in-situ dry clean process for Silicon surfaces**  
European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition, EU PVSEC 2015  
Hamburg, Deutschland  
14.–18. September 2015

D. D. Fischer, C. Strobel, B. Leszczynska, M. Albert, J. W. Bartha, J. Kuske, N. Prager, M. Fahland, U. Vogel, C. Hengst, S. B. Menzel  
**Development of flexible tandem solar cells with very high frequency plasma enhanced chemical vapor deposition (VHF PECVD) technique at low temperature**  
European Photovoltaic Solar Energy Conference and Exhibition, EU PVSEC 2015  
Hamburg, Deutschland  
14.–18. September 2015

## BACHELORARBEITEN

S. Hoffmann

**Untersuchungen zum Einfluss von OLED Licht auf in vitro-Zellkulturen**  
Hochschule Anhalt, Fachbereich Elektrotechnik, Maschinenbau und  
Wirtschaftsingenieurwesen, Studiengang Biomedizinische Technik

T. Mauersberger

**Bestimmung der Dichte und Gasaufnahme aufgedampfter reiner  
Siliziumschichten mittels Quarzmikrowaage**  
Westfälische Hochschule Zwickau,  
Fakultät Physikalische Technik/Informatik

S. Noack

**Eigenschaften von Barrierschichtsystemen**  
Westfälische Hochschule Zwickau,  
Fakultät Physikalische Technik/Informatik

J. Yin

**Erarbeitung von Richtlinien zur Gestaltung von Elektroden für die  
kapazitive Berührungsdetektion mit OLED Substraten**  
Ernst-Abbe-Fachhochschule Jena, Fachbereich Mechatronik

## MASTERARBEITEN

C. Drewniok

**Untersuchungen zum Einfluss von TCO-Schichten auf in vitro Zell-  
kulturen**  
TU Dresden, Internationales Hochschulinstitut Zittau,  
Studiengang Biotechnologie und Angewandte Ökologie

A. Himmler

**Nanostrukturierung von PMMA-Folie durch Plasmabehandlung im  
Rolle-zu-Rolle-Verfahren**  
Westfälische Hochschule Zwickau,  
Fakultät Physikalische Technik/Informatik, Studiengang Nanotechnologie

A. Pohl

**Entwicklung eines Flüssigkeit-Dosimeter-Systems für die nicht-ther-  
mische Elektronenstrahlbehandlung**  
Hochschule Mittweida, Studiengang Molekularbiologie/Bioinformatik

M. Schmidt

**Ermittlung der Substrat-Partikeldichte der Silizium-PV-Labortechno-  
logie**  
TU Freiberg, Fakultät für Chemie und Physik,  
Studiengang Photovoltaik und Halbleitertechnik

L. Tengler

**Untersuchung der Einflussfaktoren auf die Stabilität der plasmaak-  
tivierten Verdampfung von Aluminium in top-down-Anordnung zur  
Abscheidung von Korrosionsschutzschichten**  
Westfälische Hochschule Zwickau,  
Fakultät Physikalische Technik/Informatik

J. Westphalen

**Untersuchung der Eigenschaften von gesputterten ZnO:Al-Schichten  
auf flexiblem Glas**  
TU Ilmenau, Fakultät für Mathematik und Naturwissenschaften

## DIPLOMARBEITEN

M. Dienel

**Einfluss von Substrattemperatur und Chloraktivierung auf Struktur  
und Eigenschaften von CdTe-Dünnschicht-Solarzellen**  
TU Dresden, Fakultät Maschinenwesen, Institut für Werkstoffwissenschaft

C. Frach

**Untersuchungen ausgewählter Klimaanlage im FEP-Gebäude A  
des Institutes mit dem Ziel der Erarbeitung von Möglichkeiten zur  
Optimierung der Klimatechnik unter Berücksichtigung der  
speziellen Forschungstätigkeit**  
BA Sachsen, Staatliche Studienakademie Bautzen,  
Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen

## DISSERTATIONEN

S. Barth

**Hochrate-Abscheidung von piezoelektrischen Aluminiumnitrid-  
Dünnschichten mittels reaktiven Magnetron-Sputterns**  
TU Dresden, Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik

S. Saager

**Tiegelfreie Elektronenstrahlverdampfung von Silizium für Elektro-  
nenstrahlkristallisationsversuche**  
TU Dresden, Fakultät Naturwissenschaften, Fachrichtung Physik

J. Schönfelder

**Niederenergetische Elektronenstrahltechnologie zur Sterilisation  
und Oberflächenmodifizierung von Transplantatgeweben**  
TU Dresden, Medizinische Fakultät Carl Gustav Carus

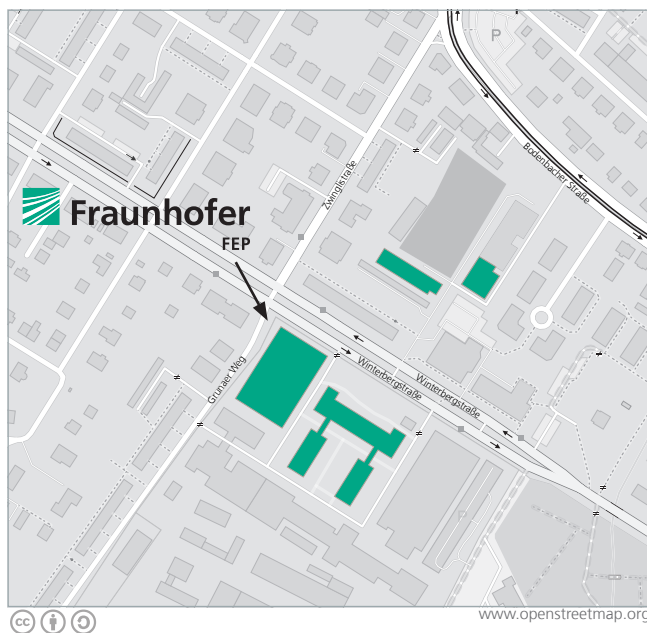


## KONTAKT CONTACT

### STANDORT WINTERBERGSTRASSE

Fraunhofer-Institut für Organische Elektronik,  
Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP  
Winterbergstraße 28  
01277 Dresden, Deutschland

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



### STANDORT MARIA-REICHE-STRASSE

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





Annett Arnold  
Telefon +49 351 2586-452  
annett.arnold@fep.fraunhofer.de



## SOZIALE NETZWERKE / SOCIAL NETWORKS

-  [www.fep.fraunhofer.de](http://www.fep.fraunhofer.de)
-  [facebook.com/fraunhoferfep](https://facebook.com/fraunhoferfep)
-  [twitter.com/fraunhoferfep](https://twitter.com/fraunhoferfep)
-  [linkedin.com/company/fraunhofer-fep](https://linkedin.com/company/fraunhofer-fep)
-  [xing.com/companies/fraunhoferfep](https://xing.com/companies/fraunhoferfep)

## INTERNATIONALE VERTRETER / INTERNATIONAL REPRESENTATIVES

### **China | Oliver Wang**

10C, Block V Neptunus Mansion | Nanyou Rdd Nanshan District | Shenzhen 518054

### **Indien | Umesh Bhagwat**

S.U.N. Media Ventures Pvt. Ltd. | 1, Gnd Floor, Krishna Kunj, Ashok Nagar Cross Road No 3 | Kandivili East, Mumbai 400101

### **Japan | Dr. Koichi Suzuki**

Kawasaki, 212-0032, Japan | 1509 Inicia-Shinkawasaki | 3-1, Shinkawasaki, Saiwai-ku

### **Russische Föderation | Hermann Marsch**

Maicom Quarz GmbH | Stolzenberg 5 | 04626 Posterstein

# IMPRESSUM

## EDITORIAL NOTES

### KONTAKT / CONTACT

Fraunhofer-Institut für Organische Elektronik,  
Elektronenstrahl- und Plasmatechnik FEP  
Winterbergstraße 28  
01277 Dresden

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

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

### ANSPRECHPARTNER / CONTACT PERSON

Annett Arnold, M.Sc.  
Unternehmenskommunikation  
Telefon +49 351 2586-452  
[annett.arnold@fep.fraunhofer.de](mailto:annett.arnold@fep.fraunhofer.de)

### REDAKTION / EDITORIAL TEAM

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

### GESTALTUNG / LAYOUT

Finn Hoyer

### BILDNACHWEIS / PICTURE CREDITS

Finn Hoyer  
Rolf Grosser  
Jürgen Lösel  
Mike Neumann  
Janek Wieczorek

### ÜBERSETZUNG / TRANSLATION

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

### DRUCK / PRODUCTION

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

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

© Fraunhofer FEP | April 2016



