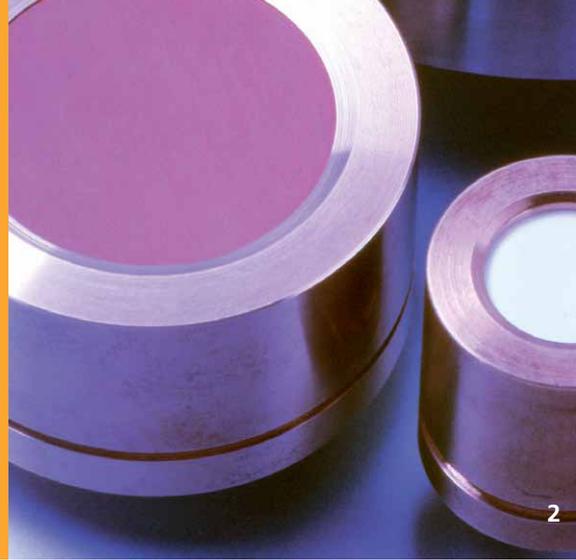


**FUNKTIONALISIERTE MATERIALIEN –  
DIE ANWENDUNGEN WERDEN IMMER  
VIELFÄLTIGER!**





## Materialentwicklung für die organische Elektronik

Die organische Synthesechemie eröffnet ein weites Spektrum an Möglichkeiten, um diesen Prozess mit maßgeschneiderten Lösungen zu unterstützen. Im Falle der OLEDs werden neue Materialsysteme entwickelt, die in der polymeren Hauptkette strukturoptimierte Elektronen-, Loch-, Transport- und Emittiermoleküle enthalten. Durch die Anwendung von geeigneten funktionalisierten Polymeren können diese zusätzlich durch thermische als auch photochemische Initiierung vernetzt werden, um die abgeschiedene dünne Schicht zu stabilisieren und weitere Prozessschritte vorzunehmen. Für die organischen Feldeffekttransistoren (OFET) sind neue halbleitende Polymere mit hohen Ladungsträgermobilitäten und dünne spannungsfeste Dielektrika Schwerpunkte der Entwicklung, die zu luftstabilen Bauelementen führen. Spezielle konjugierte angepasste Absorberpolymere werden für den Einsatz in der organischen Photovoltaik (OPV) entwickelt.

## Technologieentwicklung für die organische Elektronik

Bei der Realisierung von integrierten Systemen, die Bauelemente wie OPV, OLED, organische Elektronik, Sensorik und Energiespeichertechnologien enthalten, existieren bislang folgende Probleme: Derzeit beherrscht man die Herstellung der einzelnen Elemente sehr gut, jedoch kann man mit einer Laborfertigung keinen Markteintritt solcher Anwendungen vorbereiten. Die Herausforderung besteht in der Entwicklung produktionsstauglicher Prozesse. Ein Vorteil der Materialien besteht darin, dass sich diese aus Lösung verarbeiten lassen. Damit können die Materialien über Druckprozesse, wie Inkjet-Druck oder Schlitzdüse strukturiert abgeschieden werden – aufwendige photolithographische Schritte werden nicht mehr benötigt.

## Thermochrome Materialien

Erfahrungsgemäß ist die Farbe eines Materials unabhängig von dessen Temperatur. Nur wenige, sogenannte thermochrome Materialien, zeigen kontinuierliche oder sprunghafte Farbwechsel infolge von Temperaturänderungen. Diese können sowohl reversibel als auch irreversibel erfolgen und erschließen neue Anwendungen auch in der Sicherheitstechnik. Bei thermochromen Polymerwerkstoffen lassen sich temperaturgesteuert sowohl die

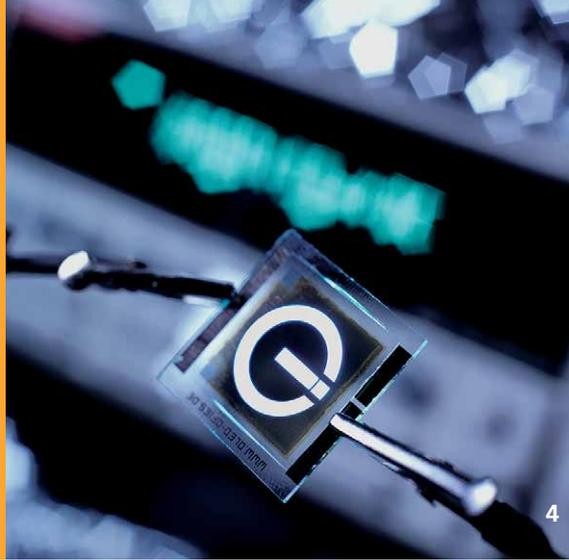
Farbintensitäten schalten als auch zielgerichtet Farben steuern. Demzufolge können thermochrome Schalteffekte zwischen zwei Signalfarben (blau–rot oder gelb–schwarz) oder auch stufengeschaltete Effekte (farblos–rot–gelb–grün) in einem vorgegebenen Temperaturprofil ermöglicht werden. Zu den Schwerpunkten der Entwicklungsarbeiten gehören farbselektive Thermochromie in Duromeren, Thermoplasten, Lacken einschließlich Gießharzsystemen und hochtransparenten Hydrogelen. Neben der Anwendung als visuelle Temperatursensoren werden thermochrome und thermotrope Polymere zunehmend als energieeffiziente Materialien in der Solartechnik eingesetzt. Schwerpunkte hierbei sind der aktive Sonnenschutz in der Gebäudearchitektur und die Vermeidung von Überhitzungseffekten in Sonnenkollektoren.

## Nanopartikel erobern die Anwendungen

Nanopartikel bieten vielseitige Perspektiven und werden bereits erfolgreich als Leuchtstoffe, elektrische Schaltelemente, magnetische Flüssigkeiten, zur Veredelung von Werkstoffoberflächen und in der Sensorik angewandt. Die Herstellung qualitativ hochwertiger Nanopartikel erfordert technisches Know-how bezüglich der verschiedenen Einflussgrößen. Das Fraunhofer IAP entwickelt Nanopartikel und damit kundenspezifische Anwendungen im Bereich der organischen Leuchtdioden (OLED), der organischen Elektronik und der Sensorik. Die Entwicklung dieser Anwendungen erfordert Nanomaterialien mit berechenbaren und reproduzierbaren Eigenschaften. Es ist eine Herausforderung, Variationen und Optimierungen vorzunehmen, um die angestrebten Leistungsparameter mit diesen Hybridmaterialien zu erreichen.

## Quantum dots

Die Quantum Dots (QDs) sind eine neue Materialklasse von Nanomaterialien, in denen die Absorptions- und Emissionseigenschaften durch die Einstellung der Partikelgröße und Passivierung der Partikeloberfläche beeinflusst werden können. Nahezu der gesamte Spektralbereich ist zugänglich. Diese einzigartigen Eigenschaften ermöglichen den Einsatz in verschiedensten Anwendungsbereichen, etwa als Leuchtstoffe, in der Displaytechnologie, für die Up-conversion in der Photovoltaik oder als Sicherheitsmerkmal auf Banknoten. Die Funktionalisierung der Partikeloberfläche macht den Einsatz von QDs in Analytik und Bioanalytik so-



wie in therapeutischen Anwendungen attraktiv. Es werden neue Verfahren erprobt, konventionelle Cadmiumselenid-QDs und infrarot-aktive QDs im Gramm-Maßstab herzustellen. Darüber hinaus werden auch cadmiumfreie Synthesen entwickelt, um umweltfreundliche Indiumphosphid-QDs für die LED/OLED- und Displaytechnologie sowie infrarot-aktive Kupferindiumsulfid-QDs für die Effizienzsteigerung in Solarzellen bereitstellen zu können.

### Optische Funktionselemente

Flüssigkristalle haben in Form der LCDs die Informationstechnologie revolutioniert. Neben dem Flüssigkristall selbst haben strukturierte Farbfilter und anisotrope Funktionsschichten, wie Orientierungsschichten, Polarisatoren, Retarder oder Diffuser, diese bahnbrechende Entwicklung möglich gemacht. Die Materialentwicklung konzentriert sich auf thermotrope und lyotrope Flüssigkristallsysteme auf Basis calamitischer und diskotischer Flüssigkristalle, glasbildender oder vernetzbarer Mesogene sowie auf lichtemittierende Flüssigkristalle und flüssigkristalline Polymere. Diese Materialbasis wird durch thermochrome Polymersysteme und polymere Nanocomposite mit spezifischen optischen Eigenschaften ergänzt. Die speziell funktionalisierten Polymere, Polymerkomposite und komplexen photovernetzbareren Flüssigkristallmischungen lassen sich leicht verarbeiten und erlauben die Herstellung von Filmen unterschiedlicher optischer Funktionalität. Neben der Materialentwicklung selbst kommt der darauf abgestimmten Entwicklung polymertypischer Verarbeitungs- und Strukturierungstechnologien, d. h. neuartige Filmpreparations-techniken, Orientierungsverfahren, dem permanenten Fixieren supramolekularer oder lichtinduzierter Ordnungszustände und in Perspektive in zunehmenden Maße auch Drucktechniken entscheidende Bedeutung zu.

### Rapid Prototyping durch Laserstrukturierung

Dreidimensionale Strukturen können durch Photovernetzung mit Hilfe verschiedener Technologien eingeschrieben werden. Grundsätzlich eignen sich dafür die lasergestützte Multiphotonenpolymerisation und stereolithografische Techniken. Die dazu notwendige Entwicklung von Materialien konzentriert sich derzeit auf die Synthese von acrylatbasierten Reaktivharzen, die durch ortsaufgelöste Stereolithografie für die Herstellung von künstlichen

Blutgefäßsystemen verwendet werden. Die Materialkombinationen bieten weiterhin die Möglichkeit, die mechanischen Eigenschaften je nach Vernetzungsgrad von weich elastisch bis starr einzustellen. Weitere Anwendungsfelder dieser Materialien und Technologien werden in der Mikrosystemtechnik gesehen.

### Organische und hybride Sensoren und Aktoren

Polymere und Polymercomposite haben die Anwendungen in der Sensorik und Aktorik vorangebracht. Zu diesen zählen taktile Sensorarrays, Ultraschallwandler und elektromechanische Stellglieder. Bei den piezoelektrischen Materialien werden klassische Ferroelektrika wie Polyvinylidenfluorid und dessen Copolymere, neuartige poröse bzw. zelluläre Raumladungselektrete – sogenannte Ferroelektrete – sowie Polymer-Keramik-Composite erforscht und den Anwendungen angepasst. Die Entwicklung von Materialien mit großer aktorischer Ausdehnung wird mit dem Ziel verfolgt, neue dielektrische Elastomere mit deutlich höherer Permittivität zu entwickeln, um die erforderliche Schaltspannung von sogenannten dielektrischen Elastomeraktoren (DEA) abzusenkten. Die Prozessentwicklung konzentriert sich auf die Herstellung möglichst dünner Folien mit angepassten dehnbaren Elektroden.

### Oberflächenfunktionalisierung und Analytik

Das Anpassen der Oberflächeneigenschaften von Polymeren eröffnet den polymeren Materialien viele neue Einsatzbereiche. Die Aktivierung der Oberflächen macht es möglich, Polyethylenfolien zu bedrucken (Einkaufstüten), Polypropylen zu kleben (Chipkarten) und Polymeroberflächen zu lackieren. Die chemische Zusammensetzung einer nur wenige Nanometer dicken Oberflächenschicht ist für diese Eigenschaften verantwortlich. Nanoskalige Funktionsschichten sind dreidimensionale Wirtsstrukturen für Proteine in der biologischen und medizinischen Diagnostik. Sie wirken als Diffusionsbarriere, sind effiziente antimikrobielle Ausrüstung oder robuster Träger weiterer Funktionen auf nahezu beliebigen Materialien. Mikrometer dicke Funktionsschichten schalten ihre Eigenschaften unter Einfluss von Licht. Mikrostrukturierte Oberflächen können vielfältige optische und mechanische Funktionen ausüben. Die Technologieentwicklung auf diesem Gebiet wird durch eine leistungsfähige Analytik von Oberflächen und Dünnschichten unterstützt.

## Fraunhofer-Institut für Angewandte Polymerforschung IAP

Wissenschaftspark Potsdam-Golm  
Geiselbergstr. 69  
14469 Potsdam-Golm

Kontakt

### Dr. Armin Wedel

Forschungsbereichsleiter  
Telefon +49 331 568-1910  
Fax +49 331 568-3910  
armin.wedel@iap.fraunhofer.de

### Priv.-Doz. Dr. habil. Silvia Janietz

Telefon +49 331 568-1208  
silvia.janietz@iap.fraunhofer.de

### Dr. Christian Rabe

Telefon +49 331 568-2320  
christian.rabe@iap.fraunhofer.de

### Dr. Michael Wegener

Telefon +49 331 568-1209  
Fax +49 331 568-3915  
michael.wegener@iap.fraunhofer.de

www.iap.fraunhofer.de  
www.oled-forschung.de  
www.securitylab-potsdam.de

pioneers in polymers

### Dr. Armin Wedel

#### Funktionsmaterialien und Bauelemente

- Drucktechnologien und -verfahren
- Technologien für Sensoren, OLEDs, OPV und optoelektronische Bauelemente
- flexible integrierte Systeme
- in situ-Charakterisierung und Zuverlässigkeitstests
- Elektrete/Ferroelektrete
- Polymere Nanokomposite und Quantum Dots
- Technologieentwicklung für Chemie an Polymeroberflächen
- Oberflächenanalytik

### Priv.-Doz. Dr. habil. Silvia Janietz

#### Polymere und Elektronik

- Monomer- und Polymersynthesen durch C-C-Kupplungsreaktionen und radikalische Polymerisationen
- Polymere und Polymersysteme für OLEDs, OPV, OTFT, dielektrische Elastomeraktuatoren
- thermische und photovernetzbare Polymersysteme für Festelektrolyte, künstliche Blutgefäße
- Formulierungen für Drucktechniken
- Material- und Device-Charakterisierung

### Dr. Christian Rabe

#### Chromogene Polymere

- thermochrome Kunststoffe für Solartechnik, Maschinenbau, Kraftfahrzeug- und Informationstechnik
- zelluläre Materialien
- Extrusionstechnik
- Sonnenschutzverglasung

### Dr. Michael Wegener

#### Sensoren und Aktoren

- Elektrete, piezoelektrische und elektroaktive Polymer-Wandler
- Polymerschäume und Composite
- Optische, photosensitive und holographische Materialien, Elemente und Verfahren
- Material- und Technologieentwicklung für Wandler

#### TITEL *Transparentes OLED-Element.*

- 1 *Polymermaterialien.*
- 2 *Piezoelektrischer Sensor.*
- 3 *Chromogene Materialien.*
- 4 *Beleuchtete OLED-Taste.*
- 5 *Verkapselungsmaschine.*
- 6 *Nanomaterialien.*