

- 1 *OLED-Leuchtfläche mit elektronenstrahlstrukturierten Logos*
- 2 *OLED-Leuchtfläche mit Dosisstaffel von verschiedenen Graustufen*
- 3 *Testchip mit leuchtender, strukturierter Emissionsfläche*

## MIKROSTRUKTURIERUNG VON OLED MIT ELEKTRONENSTRAHLTECHNIK

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

Winterbergstr. 28  
01277 Dresden

Ansprechpartner

Ines Schedwill  
Telefon +49 351 8823-238  
ines.schedwill@fep.fraunhofer.de

M.Sc. Elisabeth Bodenstern  
Telefon +49 351 2586-246  
elisabeth.bodenstern@fep.fraunhofer.de

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

Industriepartner



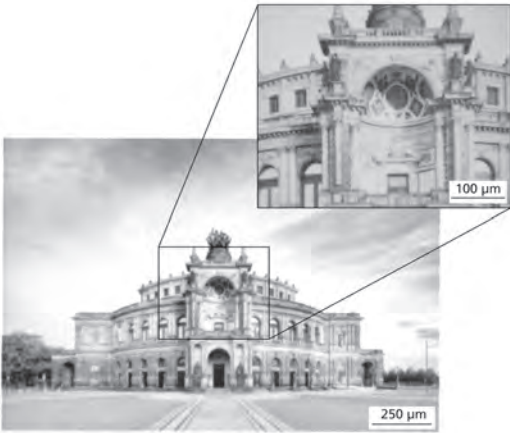
Fraunhofer FEP erforscht derzeit die Wirkungsweise und Anwendungsmöglichkeiten des Elektronenstrahls im Gebiet der organischen Elektronik. Dabei wurde ein neuartiger Ansatz entwickelt, mit dem beliebige OLED-Substrate individuell und hochauflösend durch den Einsatz von Elektronenstrahltechnik strukturiert werden können. Die patentierte Technologie ermöglicht es, OLED hochproduktiv vorzufertigen und erst nach der Verkapselung mit individueller Emission zu versehen.

Zur Strukturierung wird ein Elektronenstrahl verwendet, durch dessen Einwirkung es lokal zu einer Verringerung der Ladungsträgerinjektion kommt. Dadurch wird die Emission dauerhaft gegenüber der Initial-Emission abgesenkt, was gleichzeitig zu einem verringerten Leistungsumsatz führt.

Die Strukturierungsmethode kann bei beliebigen Substraten angewendet werden. Substratmaterial (Glas, Kunststoff, Metall)

und Elastizität (starr, formbar, biegsam, flexibel) sind wählbar, entsprechend kann das Substrat optisch opak, durchscheinend oder transparent sein und die OLED in beliebigen Farben leuchten. Auch die Größe des Substrats ist universal und kann der entsprechenden Anwendung angepasst werden.

Die Energie der beschleunigten Elektronen bestimmt ihre Eindringtiefe in den vorliegenden Schichtstapel. Durch die geeignete Wahl der Beschleunigungsspannung kann eine Verkapselung durchstrahlt und die Energie tiefenaufgelöst spezifisch deponiert werden. Damit ist es möglich, die Leuchteigenschaften der darunterliegenden organischen Schichten zu verändern ohne die Verkapselung selbst zu zerstören. Je nach Anwendung können sogar einzelne organische Schichten direkt bearbeitet werden. Die laterale Ablenkung des Elektronenstrahls erlaubt es, beliebige Formen zu strukturieren. Die Elektronendosis bestimmt



4



5

den Grad der Emissionsveränderung. Je größer die Elektronendosis, umso dunkler erscheint die bearbeitete Fläche. Damit lassen sich beliebige Graustufen in einer monochromen OLED erzeugen.

Zur Abschätzung der Eindringtiefe der Elektronen in den OLED-Schichtstapel und der Energieabsorption müssen spezifische Schichteigenschaften und Streuprozesse an den Grenzflächen berücksichtigt werden. Am Fraunhofer FEP wird zur Abschätzung dieser komplexen Elektron-Festkörper-Interaktionen mit Monte Carlo Simulationen gearbeitet, die Aussagen über die Energieabsorption in den einzelnen Schichten der am Institut hergestellten OLED zulassen. Es zeigt sich, dass der größte Teil der Energie in Verkapselungsschichten absorbiert wird und nur ein Bruchteil die sensiblen, organischen Schichten erreicht. Durch die Erhöhung der Beschleunigungsspannung kann der beeinflusste Anteil der organischen Schichten erhöht und damit gleichzeitig die Elektronendosis für eine gewünschte Emissionsänderung gesenkt werden.

### Designbeispiel

Bild der Semperoper Dresden

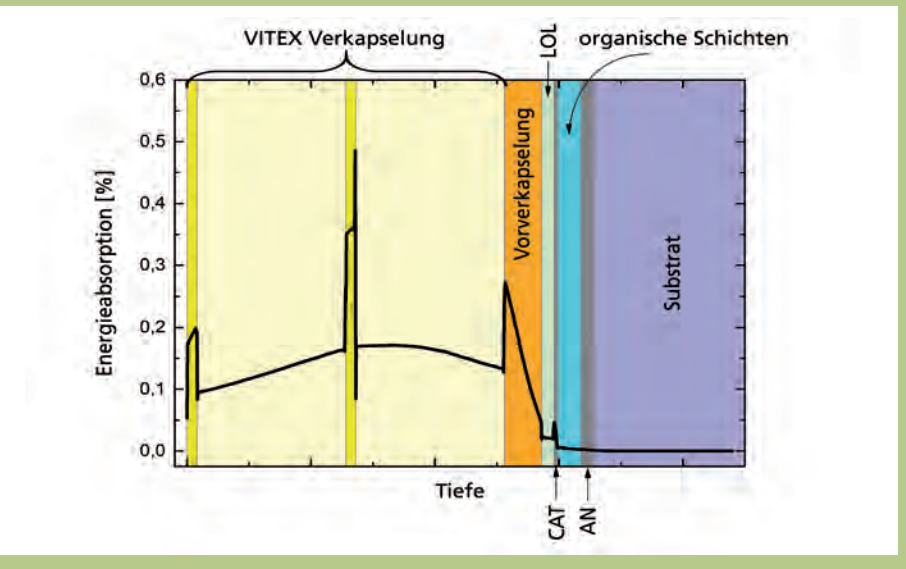
- Bildgröße: 1,8 × 1,2 mm<sup>2</sup>
- Auflösung: 2 µm / 12.700 dpi
- Schreibzeit: 105 s

Die Strukturierung der OLED erfolgte mit einem Elektronenstrahlithographiesystem der Raith GmbH, dem führenden Hersteller von Nanofabrikationssystemen.

### Anwendungsbeispiele

- Signage
  - Mikro- und Miniaturanzeigen
  - Großflächige, individuell gestaltbare Leuchtelemente
  - Emissive Tattoos
- Integration von Sicherheitsmerkmalen (PUFs – physically unclonable functions)
  - Emissive Passbilder
- Emissive Messelemente (z. B. Maßstäbe)
- Design-Leuchtelemente (z. B. transparente Substrate mit aktivierbarem Leuchtmuster)
- Speicheranwendungen
  - Elektro-optische Speicher („emissiver Mikrofilm“)
  - PROM – Programmable read-only memory

6 Absorbierte Elektronenenergie in einem typischen OLED-Schichtstapel



- 4 OLED-Leuchtfläche (Fotograf Semperoper: C. Lippmann)
- 5 Testchip mit leuchtendem, strukturierten Bild