

# Ultrakompakte Projektionsköpfe für die optische Messtechnik auf der Basis von OLED-Displays

Stefan Riehemann, Peter Kühmstedt, Uwe Lippmann, Martin Palme, Gunther Notni

\*Fraunhofer Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik IOF, Jena

mailto: stefan.riehemann@iof.fraunhofer.de

Selbstleuchtende Displays hoher Leuchtdichte ( $>3000 \text{ cd/m}^2$ ), wie z.B. OLED-Mikrodisplays, ermöglichen die Realisierung ultrakompakter Projektionsköpfe, da auf ein separates Beleuchtungssystem vollständig verzichtet werden kann. Die optischen Eigenschaften dieser Displays wurden charakterisiert, erste optische Systeme für die optische Messtechnik werden vorgestellt.

## 1 OLED – Prinzipieller Aufbau

Organische LEDs besitzen eine Reihe an Vorteilen gegenüber ihren Vorreitern aus anorganischen Halbleitern wie GaAs. OLEDs sind aufgrund ihrer chemischen Variabilität optimierbar auf verschiedene Anwendungsgebiete, sie sind in nahezu jeder Farbe herstellbar. Im Gegensatz zu LEDs lässt sich der OLED- Aufbau großflächig und auf flexiblen Substraten realisieren.

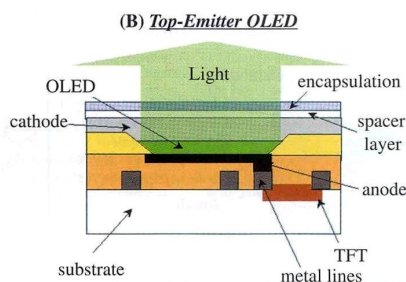


Abb. 1 Prinzipieller Aufbau eines OLED-Displays.

Die Struktur einer OLED setzt sich aus den nachfolgenden Schichten zusammen:

- metallische Anode
- organische Schichtfolge, bestehend aus
  - o Löcher transportierendem Material,
  - o emittierendem Material
  - o Elektronen transportierendem Material
- transparente Kathode (ITO)

Sie ist mittels einfacher Fertigungstechniken wie z.B. Spin-Coating oder Ink-Jet-Auftragung preisgünstig herstellbar. Die strukturierte Ansteuerung der selbstleuchtenden Fläche kann mittels den aus anderen Displaytechnologien bekannten Passiv- oder Aktivmatrixtechniken (z.B. TFT) erfolgen.

## 2 OLED Mikrodisplay – Optische Kenngrößen

Das in dieser Arbeit betrachtete Display der Firma eMagin hat ein Display Format von  $852 \times 600$  Pixel, einen Pixel Pitch von  $15 \mu\text{m}$ , eine aktive Fläche von  $12,8 \times 9 \text{ mm}^2$ , ein Kontrastverhältnis  $>100:1$ ,

sowie im „high brightness mode“ eine Leuchtdichte von  $4000 \text{ cd/m}^2$ . Die Abstrahlung erfolgt hierbei gemäß einer Lambertcharakteristik.

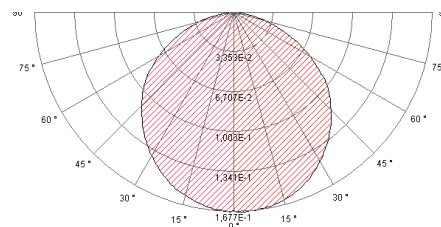


Abb. 2 Abstrahlcharakteristik des OLED-Mikrodisplays.

Das emittierte Spektrum zeigt ein Maximum bei  $555 \text{ nm}$  mit einer Bandbreite von etwa  $\pm 35 \text{ nm}$ . Die Intensitäts-Transfer-Funktion des Displays folgt nahezu linear den vorgegebenen Grauwerten, 90% der vorgegebenen elektronischen Dynamik werden optisch wiedergegeben.

## 3 Systemkonzeption

### „ultrakompakter Projektionskopf“

Gegenüber bisher verwendeten Projektionssystemen auf der Basis von reflektierenden Mikrodisplays (DMD, LCoS) bieten OLED-Displays den Vorteil, dass sie selbst Licht emittieren und dieses nicht nur modulieren. Dadurch kann in Projektionssystemen die bisher notwendige, aufwendige Beleuchtungseinheit wegfallen. Hierdurch werden sehr kompakte Projektionssysteme ermöglicht.

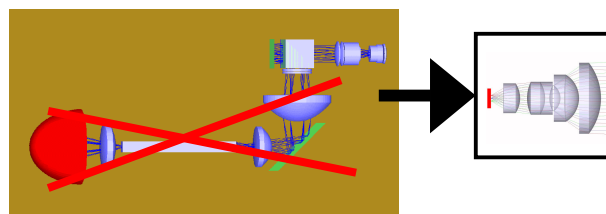
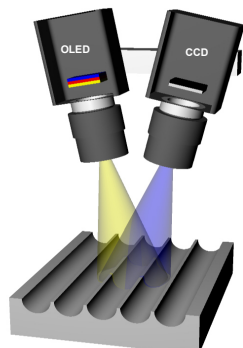


Abb. 3 Größenreduzierung durch Wegfall des Beleuchtungssystems

Durch die lambertförmige Abstrahlcharakteristik des OLED-Mikrodisplays können kommerziell erhältliche Objektive, wie z.B. c-mount, nicht für die

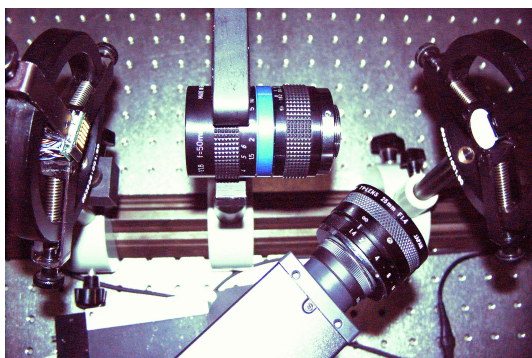
Projektion verwendet werden. Hiermit würden maximal 20% der emittierten Intensität genutzt werden können, zudem unter Verwendung ungünstigen Abbildungsmaßstäbe ( $\beta > 2$ ) für die vorgesehenen Anwendungen. Es ist somit das Design speziell angepasster Projektionsoptiken notwendig



**Abb. 4** Konzept eines 3D-Messsystems mit OLED-Projektor.

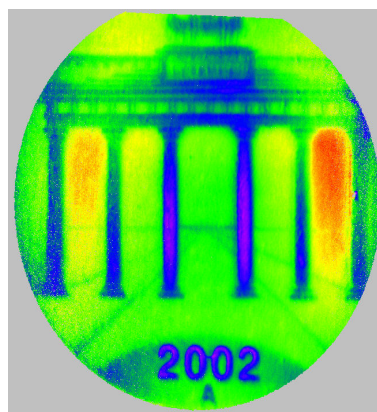
#### 4 Vorversuche

Um das Potential eines solchen kompakten Projektionssystems in der optischen 3D- oder Oberflächenmesstechnik zu demonstrieren, wurde im Labor ein Prinzipversuch durchgeführt. Hierzu wurde das OLED-Mikrodisplay zur Streifenprojektion eingesetzt und mit einem kommerziell erhältlichen Objektiv auf ein Testobjekt abgebildet. Eine CCD-Kamera digitalisierte das Objekt mit aufprojizierten Lichtmustern.

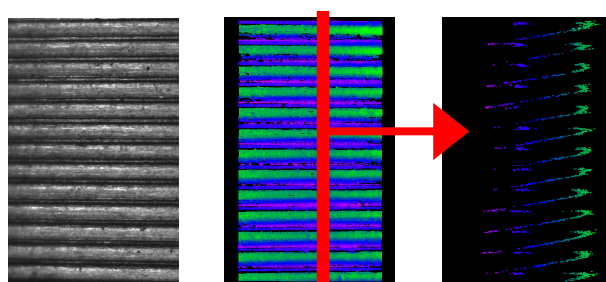


**Abb. 5** Laborversuch: links OLED-Mikrodisplay, rechts zu vermessendes Objekt, Mitte Projektionsoptik und CCD-Kamera.

Mit diesem Aufbau konnte bei einem Messfeld von etwa 2,5cm Durchmesser eine Messgenauigkeit der Höhenstrukturen verschiedener Objekte von besser 1 $\mu$ m erreicht werden. Im Nachfolgenden sind einige Messbeispiele dargestellt.



**Abb. 6** Rückseite eine deutschen 1 Cent-Münze (Farbe entspricht einer Höhenkodierung).



**Abb. 7** Analyse von Fräsbahnen (links Foto, Mitte farb-kodierte, gemessene Höhenstruktur, rechts Profilschnitt)

#### 5 Zusammenfassung

OLED-Mikrodisplays bieten erstmals die Möglichkeit, sehr kompakte Projektionssysteme für die optische Messtechnik zu realisieren. In einem Prinzipversuch konnte das Potential hierfür gezeigt werden. Erste Systemrealisierungen erfolgen zu Zeit und werden neue Anwendungen für die Messtechnik im produktionsnahen Umfeld eröffnen.