

Multimediaprojektionssystem mit OLED-Mikrodisplay

C. Großmann, K. Frey, B. Hager, M. Palme, U. Lippmann, S. Riehemann, G. Notni

Fraunhofer Institut für Angewandte Optik und Feinmechanik (IOF), Jena

mailto: constanze.grossmann@iof.fraunhofer.de

Präsentiert wird ein OLED basierendes Mikroprojektionssystem, welches drei monochrome high brightness OLEDs beinhaltet. Die einzelnen Bilder werden über ein Farbmanagementsystem zu einem vollfarbigen Bild kombiniert und mittels eines Projektionsobjektivs auf eine Leinwand abgebildet.

1 Einleitung

Die mobile Kommunikation ist einer der schnell wachsenden Industriezweige im letzten Jahrzehnt, welche unser Lebensverhalten mit einer Vielzahl von verschiedenen Anwendungsmöglichkeiten nachhaltig verändert.

Die derzeitigen Pico-Projektoren arbeiten zumeist mit reflektierenden Mikrodisplays. Hierbei beleuchtet eine externe Beleuchtungseinheit das Display und das eigentliche Projektionsobjektiv überträgt das Bild in die Bildebene. Im Gegensatz dazu werden bei der vorgestellten Projektionseinheit selbstleuchtende Mikrodisplays, so genannte OLED Mikrodisplay (Organic light emitting Diode), eingesetzt. Die separate Beleuchtungseinheit wird dabei eingespart, was u. a. eine erhebliche Verkleinerung des Bauraumes ermöglicht. Das Bild wird direkt vom OLED in die Bildebene transformiert (siehe Abbildung 1).

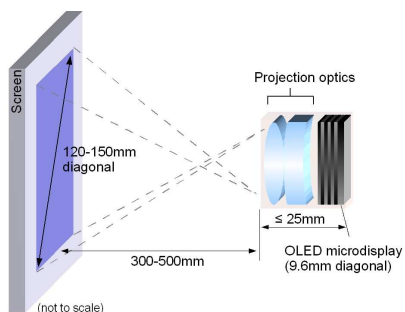


Abbildung 1: Prinzipdarstellung der Mikroprojektionseinheit. [1]

Der Vorteil eines OLED basierenden Projektionssystem liegt in der ultra-kompakten Bauweise, welche es ermöglicht, die Projektionseinheit in ein tragbares mobiles Gerät, wie zum Beispiel Handy, PDA, Digitalkamera oder Navigationssystem zu integrieren. Ein Nachteil des aktive-matrix OLED Displays ist jedoch die geringe Lichtstärke welche typischerweise im Bereich von 500 cd/m^2 bis 1500 cd/m^2 liegt. Um neue, lichtstärkere Projektoren zu ermöglichen entwickelt das Fraunhofer IPMS (Institut für Photonische Mikrosysteme) hocheffiziente, monochrome, high brightness OLED-Mikrodisplays (Diag. 10 mm, Pixel $12 \mu\text{m}$,

VGA) die eine Leuchtdichte bis zu 10.000 cd/m^2 erbringen [2]. Um das Bild von den OLEDs in die Bildebene zu transformieren, wird ein angepasstes Optikdesign benötigt, welches die Einkoppeleffektivität der OLEDs sowie die traditionellen Projektionseigenschaften in sich vereint.

2 Optikdesign

Im Folgenden wird der in der Entwicklung befindliche RGB-OLED-Pico-Projektor beschrieben, der im Gegensatz zu früheren monochromen OLED Projektoren ein farbiges Bild mit höherer Leuchtdichte projiziert [3]. Die Bilder werden von drei verschiedenen OLED Mikrodisplay in den jeweiligen Farben, rot, grün und blau generiert. Weiße OLEDs inklusive Farbfilter bzw. RGB-OLEDs mit pixelweiser Farbansteuerung erreichen die notwendigen Leuchtdichten noch nicht. Die drei einfarbigen Bilder werden über ein Bildkombinationselement zu einem vollfarbigen Bild zusammengesetzt.

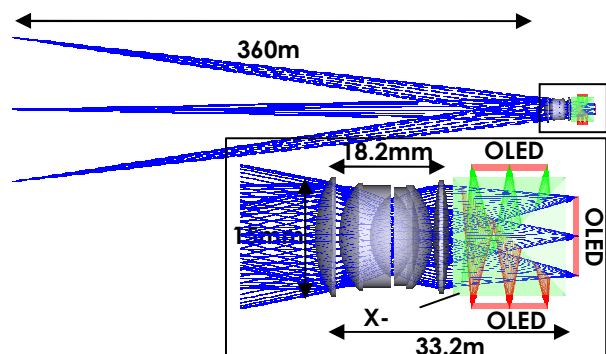


Abbildung 2: Optikdesign RGB-OLED-Projektionssystem

In der Abbildung 2 ist das Optikdesign des Farbprojektionssystem dargestellt. Es besteht aus 2 einzelnen Linsen, 2 Dubletts und einem X-Cube. Die Abbildungslänge beträgt ca. 360 mm. Die Projektionsoptik transformiert das generierte weiße OLED-Bild mit einer 15-fachen Vergrößerung in den Bildraum. Die Farbkombination der drei monochromen OLEDs wird über eine Strahlteilerwürfelstruktur, einem so genannten X-Cube, realisiert. Dieser findet oftmals Einsatz in Beamern, zu meist mit einer polarisierenden Wirkung. Der X-Cube für

den OLED Projektor besteht aus 4 Dachkantenprismen die speziell dichroitisch beschichtet und zu einem Würfel verbunden sind. Hierbei werden die seitlich positionierten Bilder über die wellenlängenselektiven Schichten in das Projektionsobjektiv eingespiegelt. Das mittlere OLED (grün) erfährt dabei keine Faltung des Strahlenganges.

Das Objektiv überträgt eine Modulation von ca. 60 % bei 42 lp/mm, dabei weist es eine Verzeichnung unter 0.2 % auf. Die Farbkorrektur liegt für das gesamte optische System bei ca. $3\text{ }\mu\text{m}$, dies entspricht etwas einem Viertel der Pixelgröße. Die Bildfeldkrümmung am Feldrand beträgt ca. $7\text{ }\mu\text{m}$, diese ist jedoch im Bezug auf die Tiefenschärfe vernachlässigbar.

3 Systemintegration / Systemtest

Die Konstruktion des RGB-Pico-Projektors ist in Abbildung 3 dargestellt. Das Objektiv lässt sich auf Grund seiner Standardtoleranzen in eine einfache Füllfassung integrieren. Der Kopf des Projektionsystems integriert alle notwendigen optoelektronischen Bauelemente. Eine genaue Pixeljustage der Displays zueinander ist zwingend notwendig. Dabei muss mindestens eine Genauigkeit von ca. $6\text{ }\mu\text{m}$ (halbe Pixelgröße) erreicht werden. Um dies zu realisieren ist eine genaue Positioniereinheit für die Feinjustage der OLEDs integriert.

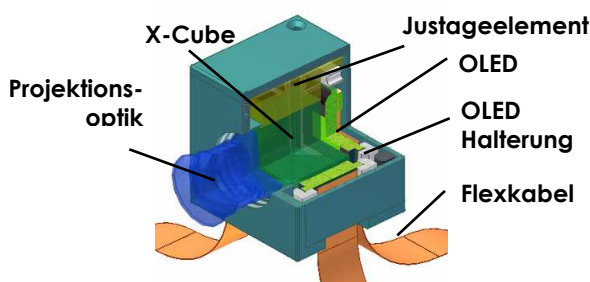


Abbildung 3: Konstruktion OLED-Projektor

Der realisierte Projektor ist in der Abbildung 4 dargestellt. Der voraussichtliche Lichtstrom des Projektors (3 OLEDs) bei einer Display Leuchtdichte von je ca. 10.000 cd/m^2 beträgt in etwa 0,38 lm. Zurzeit ist nur ein grünes OLED-Mikrodisplay integriert. Ein rotes und ein blaues OLED werden unmittelbar nach Prototypenherstellung Mitte des Jahres integriert.

4 Zusammenfassung

Ein OLED basierender vollfarbiger Pico-Projektor wurde im Rahmen des EU-Projektes „HYPOLED“ [4] designet, entwickelt und gefertigt. Das entscheidende Element dieses Projektors ist ein leuchtstarkes OLED-Mikrodisplay, welches eine hohen Leuchtdichte und eine hohe Displayauflösung besitzt.

Die Farbkombination dreier monochromer OLEDs wird über eine Strahlteilerwürfelsystem, einem so

genannten X-Cube, realisiert. Dieser X-Cube ist speziell dichroitisch beschichtet und faltet die Strahlen wellenlängenselektiv in ein speziell designtes Projektionsobjektiv. Das Projektionsobjektiv projiziert mit einer 15-fachen Vergrößerung das generierte OLED Bild in die Bildebene und erzeugt dadurch ein farbiges Bild mit einer Diagonalen von ca. 150 mm. Der Einsatz von drei OLEDs steigert den Lichtstrom im Bild, so dass dieser Projektor erstmals auch bei Raumlicht eingesetzt werden kann. Obwohl der Einsatz von drei OLEDs das Bauvolumen leicht erhöht, bleibt es trotz dessen ein kompaktes und sehr energieeffizientes Projektionsgerät, welches sich in verschiedene Endgeräte wie z.B. für den Multimediabereich oder Messtechnikbereich integrieren lässt.

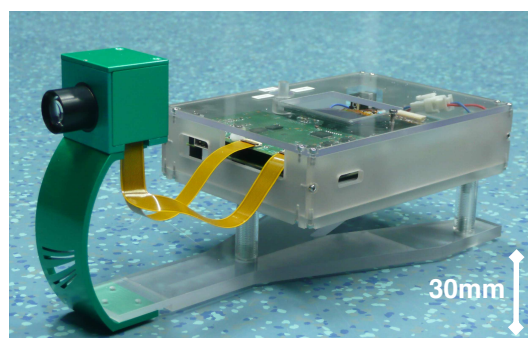
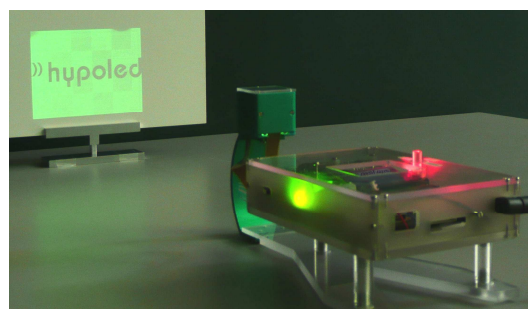


Abbildung 4: Aktiver OLED-Projektor (grünes Display aktiv) [Bild oben] / OLED-Projektor [Bild unten] [5]

Literatur

- [1] Vogel, et al, „High Performance OLED-Mikrodisplay for Mobile Multimedia HMD and Projection Applications“, NEM Summit – „Towards furte Media Internet“, Saint-Malo/ Frankreich, October 13-15,2008
- [2] S. Riehemann, C. Großmann, U. Vogel, B. Richter, R. Herold, G. Notni, „Ultra Small OLED Pico Projektor“, Optik & Photonik 2, 34-36 (2009)
- [3] C. Großmann, U. Lippmann, S. Riehemann, G. Notni, „Ultra compact projection system using an OLED source“, EOS Topical Meeting on Advanced Imaging Techniques, EOS Technical Digest (European Optical Society, 2009), Jena, 20-25.5.2009
- [4] <http://www.hypoled.org>
- [5] C. Großmann, M. Palme, U. Lippmann, S. Riehemann, and G. Notni, „OLED based RGB-Micro-Projection System for Mobile Application“, SID Technical Digest (Society for Information Display, 2010)