

OLEDs IN DER LUFTFAHRT

Ein Forschungsprojekt im Displaylabor der Hochschule

>> von Kerstin Hohenschläger und Andreas Hudak > In der Luftfahrt ist es Stand der Technik, Anzeige- und Bedienpanels mit LEDs zu hinterleuchten. Diese haben jedoch den Nachteil, dass zur homogenen Beleuchtung LED-Arrays mit entsprechenden Optiken nötig sind. Durch diese Optiken wird die Lichtausbeute auf bis zu 5% reduziert, wodurch entsprechend viele leistungsstarke LEDs benötigt werden. Daraus folgt ein hoher Leistungsverbrauch und eine zusätzliche Wärmeentwicklung, die Kühlkörper erfordert und ein hohes Gesamtgewicht zur Folge hat.

In Zusammenarbeit mit den Firmen Opsira GmbH und Comtronic GmbH wurde am Displaylabor der Hochschule Pforzheim der Einsatz von OLEDs als Lichtquellen zum Hinterleuchten von Anzeige- und Bedienelementen in der Luftfahrt untersucht. Die Hochschule Pforzheim wurde im Forschungsprojekt KABTEC – unter Leitung von AIRBUS Hamburg – vom BMBF mit einem Betrag in Höhe von 220.000 € über drei Jahre gefördert.

In dem Projekt entstand ein luftfahrtnahes Funktionsmuster für ein Warning-Panel mit OLED-Hinterleuchtung und kompensiertem Burn-in. Der Aufbau erfolgte in Anlehnung an bereits bestehende Anzeige- und Bediengeräte und beinhaltet acht einzelne Anzeigeelemente.

Eine OLED (Organic Light Emitting Diode) hat im Gegensatz zu LEDs den Vorteil, dass sie ein Flächenstrahler ist und das Licht homogen über ihre gesamte Fläche emittiert. Dadurch sind weder Optiken noch Kühlkörper nötig. Aufgrund der geringen Ausmaße in der Größenordnung von Millimetern kann das Panel entsprechend flach gehalten werden.

Die Lebensdauer einer OLED wird definiert als die Zeit, nach der die Leuchtdichte auf 50% der Anfangsleuchtdichte abgefallen ist. Um eine geeignete Ansteuerschaltung für die OLEDs zu entwickeln, war ein tiefgehendes Verständnis für den Einfluss von Ansteuersignal, Anfangsleuchtdichte sowie Temperatur auf die Lebensdauer von OLEDs nötig. Hierfür wurden umfangreiche Lebensdaueruntersuchungen durchgeführt. Es hat sich gezeigt, dass eine OLED die längste Lebensdauer aufweist, wenn diese mit Konstantstrom bei einer möglichst geringen Anfangsleuchtdichte betrieben wird. Eine wärmere Umgebung wirkt sich verkürzend auf die Lebensdauer aus. Diese Ergebnisse flossen sowohl beim Design der Ansteuerschaltung als auch in die Software mit ein.

Während des Betriebs einer OLED nimmt dessen Leuchtdichte kontinuierlich ab. Dabei ist der Leuchtdichtegradient zu Beginn des Betriebs besonders hoch, während gegen Ende die Abnahme nahezu linear verläuft. Unterscheiden sich OLEDs in ihrer Nutzungsdauer, so altern diese verschieden schnell und weisen unterschiedliche Leuchtdichten auf. Eine Herausforderung stellte die Vermeidung dieses sog. Burn-in-Effekts dar, der nicht sicher erkennen lässt, ob Anzeigen eingeschaltet sind. Die *Abbildung 1* zeigt den Vergleich von Anzeigemodulen mit und ohne Burn-In Kompensation.

Alle Fotos: Jorma Lemberg

Abbildung 1: Simulation des Burn-in-Effekts, links: kein Burn-In, rechts: Burn-In, bei dem nicht mehr sicher erkannt werden kann, welche OLEDs leuchten.



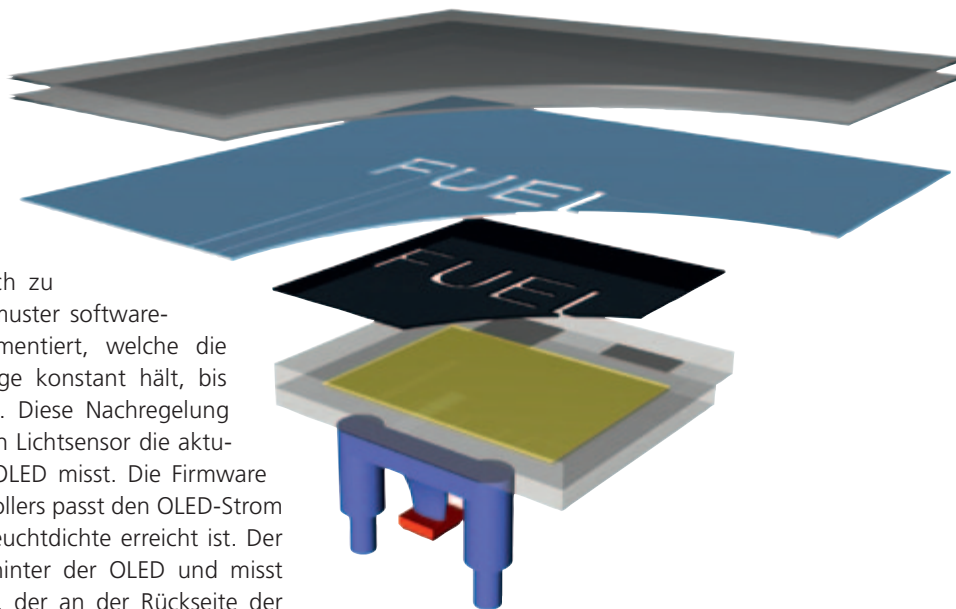


Abbildung 2: Schematischer Aufbau einer OLED-Anzeige mit Symbolmaske, Black-Panel-Filter und rückseitigem Lichtsensor.

Um diese Herausforderung der Burn-In Kompensation erfolgreich zu lösen, ist im erstellten Funktionsmuster softwaremäßig eine Regelschleife implementiert, welche die Leuchtdichten der OLEDs so lange konstant hält, bis die Strombegrenzung erreicht ist. Diese Nachregelung ist derart realisiert, dass jeweils ein Lichtsensor die aktuelle Leuchtdichte der jeweiligen OLED misst. Die Firmware eines handelsüblichen Mikrocontrollers passt den OLED-Strom so lange an, bis die geforderte Leuchtdichte erreicht ist. Der Lichtsensor befindet sich dabei hinter der OLED und misst den Anteil des emittierten Lichts, der an der Rückseite der OLED gestreut wird. Mithilfe eines Kalibrierungsfaktors werden Rückschlüsse auf die Leuchtdichte an der Vorderseite der OLED gezogen. Um die Genauigkeit der Messungen zu erhöhen, wird das auf den Sensor auftreffende Licht maximiert, indem ein zusätzlicher Lichtleiter zwischen OLED und Sensor integriert ist. *Abbildung 2* zeigt den schematischen Aufbau für eine einzelne Anzeige mit rückseitig montiertem Lichtsensor.

Ein weiterer Vorteil der Implementierung dieser Regelschleife ergibt sich daraus, dass bereits zu Beginn die OLEDs mit der Leuchtdichte betrieben werden können, die minimal gefordert ist. Bei bisherigen Systemen wurde die Anfangsleuchtdichte jeweils so gewählt, dass selbst bei einem Leuchtdichteabfall auf 50% während der Produktlaufzeit die Ablesbarkeit noch gewährleistet war. Wie jedoch aus den vorher durchgeführten Lebensdauertests bekannt ist, bedeutet eine Erhöhung der Anfangsleuchtdichte gleichzeitig eine Verkürzung der Lebensdauer. Die Nachregelung bewirkt also schon allein aus dieser Tatsache eine Verlängerung der Lebensdauer (siehe *Abbildung 3*).

Eine weitere Herausforderung war es, eine sog. Black-Panel-Oberfläche zu realisieren. Black Panel bedeutet, dass im Falle einer nichtleuchtenden Anzeige das darüber liegende Symbol nicht erkennbar ist (siehe *Abbildung 4*). Standardmäßig wird dies mithilfe eines stark geschwärzten Rauchglases erreicht, womit allerdings Transmissionen unter 10% zu verzeichnen sind. Dennoch liegt der Vorteil des Black Panels darin, dass Informationen schneller wahrgenommen werden können, wenn ein möglichst großer optischer Unterschied zwischen nicht vorhandener und vorhandener Information besteht. Da eine OLED in der Regel eine spiegelnde Oberfläche besitzt, wird Umgebungslicht, das auf diese Anzeige trifft, in hohem Maße reflektiert. Die Umgebung des Symbols reflektiert das Licht nur in geringem Maße, wodurch ein starker Leuchtdichtekontrast entstehen kann und somit das Symbol im ausgeschalteten Zustand erkennbar ist. Bei besonders starker Beleuchtung wie bspw. Sonnenlicht wäre es ohne zusätzliche Anpassung sogar möglich, dass das Symbol fälschlicherweise als leuchtend interpretiert wird.

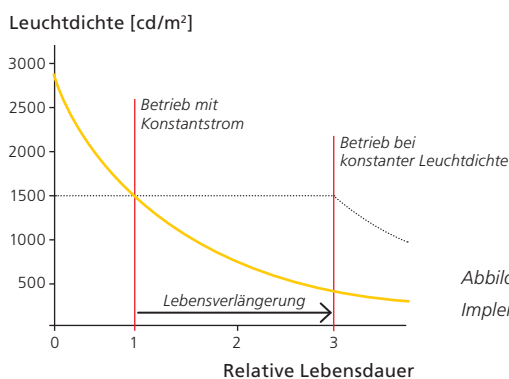


Abbildung 3: Verlängerung der Lebensdauer durch Implementierung einer Leuchtdichte-Regelung.

Abbildung 4: links: ausgeschaltete Anzeige ohne Black-Panel-Effekt, rechts: ausgeschaltete Anzeige mit Black-Panel-Methode der HS Pforzheim.



Um eine Black-Panel-Oberfläche zu realisieren, wurde ein neuartiger Aufbau aus zirkularem Polarisationsfilter, Spiegelschicht und Absorptionsschicht realisiert, der die Umgebungseigenschaften an die der OLED anpasst. Dabei wird die darzustellende Symbolik durch das Aufbringen einer spiegelnden Maske mit Symbolausschnitten erzeugt. Anschließend wird dieser Spiegel, welcher aus der spiegelnden Maske und spiegelnden OLED-Oberfläche besteht, mit einem zirkularen Polarisationsfilter verdeckt. Der zirkulare Polarisationsfilter sorgt dafür, dass das eintreffende Licht zunächst linear und anschließend zirkular polarisiert wird. Durch die Reflexion an der Spiegelschicht wird das Licht um 180° gedreht und kann anschließend den zirkularen Polarisationsfilter nicht mehr passieren. Das Umgebungslicht wird durch den Aufbau absorbiert. Das von der OLED erzeugte, unpolarisierte Licht kann theoretisch zu 50% den zirkularen Polfilter durchdringen und zum Betrachter gelangen. Der Vorteil zu bereits bestehende Methoden des Black Panel Effekts (z.B. Abmaskieren mit Rauchglas) besteht darin, dass der Aufbau eine Transmission von insgesamt 40% zulässt. Damit erfordert der neue Aufbau eine geringere Leuchtdichte der OLED, was wiederum eine Verlängerung der Lebensdauer hervorruft.

Da in der Luftfahrt die Redundanz eine wichtige Anforderung darstellt, wurden unterschiedliche Methoden zur Realisierung untersucht. Eine Möglichkeit analog zur Realisierung mit LEDs ist eine mehrzeilige OLED. Fällt hierbei ein Streifen aus, so wird die Beleuchtung zwar inhomogen, aber dennoch bleibt das Symbol erkennbar (siehe *Abbildung 5*). Ebenfalls interessant scheint die Methode, vor der eigentlichen OLED eine transparente OLED einzufügen, die bei Bedarf zugeschaltet werden kann. Hierbei bleibt die Ablesbarkeit in vollem Umfang erhalten.



Abbildung 5: Redundanz-Muster, realisiert mit einer zweizeiligen OLED, in der Abbildung ist die untere Zeile ausgeschaltet.

Im Rahmen des Forschungsprojektes konnte als Ergebnis ein luftfahrtnahes Funktionsmuster für ein Warning-Panel mit OLED-Hinterleuchtung entwickelt werden, welches die Vorteile von OLEDs demonstriert. Dieses Warning-Panel ist in *Abbildung 6* dargestellt. Die Besonderheit an diesem Funktionsmuster ist die Erhöhung der Lebensdauer bei gleichzeitiger Unterbindung von Burn-in-Effekten durch die Implementierung einer eigens entwickelten Ansteuerungsmethode. Zusätzlich entstand ein neuer Aufbau zur Realisierung des Black-Panel-Effekts, der gegenüber herkömmlichen Methoden deutliche Vorteile, wie etwa eine erhöhte Transmission, aufweist ■

Kerstin Hohenschläger und Andreas Hudak sind wissenschaftliche Mitarbeiter im Displaylabor der Hochschule.



Abbildung 6: Luftfahrtnahes Funktionsmuster für ein Warning-Panel mit OLED-Hinterleuchtung und kompensiertem Burn-in.

Das Projekt „OLEDs in der Luftfahrt“ (AEROLED) wurde im Rahmen des AIRBUS Konsortiums durchgeführt.

Projektpartner waren Comtronic GmbH, Opsira GmbH sowie die Hochschule Pforzheim mit Professor Dr. Karlheinz Blankenbach, Sascha Kurbatfinski und den beiden Autoren.