

Bis organische Leuchtdioden massentauglich werden, sind noch einige technische Hürden zu nehmen

# OLEDs für die Beleuchtung – endlich raus aus der Nische?

*Organische Leuchtdioden haben sich in der Consumer-Elektronik längst durchgesetzt, und auch in der industriellen Bildverarbeitung erobern sie neue Anwendungen.*

*Doch welche Marktchancen haben OLEDs in der bislang von den LEDs beherrschten Allgemeinbeleuchtung? Antwort darauf gibt Dr. Gotthard Weißflog, Netzwerkmanager des OLED-Verbundnetzwerks OLED/OLAB.*

**Markt&Technik: Um zu verstehen, warum OLEDs in einigen Anwendungen bereits etabliert sind, in anderen noch nicht, beschreiben Sie uns doch bitte, was das Besondere der organischen Leuchtdioden im Vergleich zu den anorganischen ist.**

*Dr. Gotthard Weißflog:* Eine organische Leuchtdiode ist ein komplex aufgebautes Dünnschichtbauelement und besteht im Kern aus organischen Emitterschichten zwischen zwei Elektroden. Mindestens eine Elektrode ist dabei transparent. Falls beide transparent sind, wird das Licht sowohl nach oben als auch nach unten abgestrahlt. Um die Lichterzeugung zu stimulieren, eine höhere Lichtleistung zu erreichen und die Energieverluste durch Wärmeentwicklung zu verringern, ist im Vergleich zu den anorganischen Halbleitern eine Multilayer-Schichtstruktur erforderlich. Zusätzlich zur den

lichtemittierenden Schichten werden weitere organische Schichten zum Elektronen- und Löchertransport aufgebracht. Neben geeigneten Materialien und der optimierten Bauelement-Architektur ist die Erhöhung der Lichtausbeute durch Lichtauskoppelstrukturen der dritte wesentliche Komplex, um Energieeffizienzen zu erreichen, die im Bereich der anorganischen LEDs liegen.

## Was sind die Stärken der OLEDs?

OLEDs sind a priori flächenhafte, homogen leuchtende und dünne Lichtquellen. Diese »riesigen« Dioden werden bisher mit einer Lichtemissionsfläche von bis zu 1000 cm<sup>2</sup> unter 1 mm Dicke produziert. Durch die breitbandige Lichtemission der organischen Materialien sind durch Kombination von drei Farben hohe Farbwiedergabeindizes bis zu 90 erreichbar. Erste

Bauelemente mit einer beachtlichen Energieeffizienz von bis zu 100 lm/W sind auf dem Markt. Im Gegensatz zur LED als punktförmige Lichtquelle ergeben sich geringe Effizienzverluste bei der Herstellung flächenhafter Leuchten. Durch flexible OLEDs werden neue Designmöglichkeiten erreicht, die mit keiner anderen Lichtquelle möglich sind. Zukünftig werden auch die bereits im Labor hergestellten transparenten und farblich durchstimmbaren OLEDs für den Markt mit ausreichenden Parametern zur Verfügung stehen.

## Wo liegen derzeit noch die größten Schwachpunkte?

Nach einer langen Phase intensiver Forschungs- und Entwicklungsarbeiten liegt – wie beispielsweise auch beim Markteintritt der LEDs oder der LCD-TFT-Displays – der größte

Anzeige

## SCHNELL · ZUVERLÄSSIG · PROFESSIONELL

- Deutschlandweit 4,90 Euro Lieferkostenpauschale
- Zustellung am nächsten Arbeitstag bei Bestelleingang bis 18:00 Uhr
- 500 namhafte Hersteller
- 75.000 Artikel ab Lager verfügbar
- Sitz mit Ladengeschäft in Oberhaching bei München

n Bürklin Bürklin

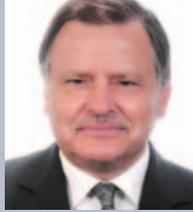
Schwachpunkt darin, eine stabile Massenproduktion zu realisieren. Die Gut-Ausbeute muss weiter erhöht werden. Neben sofortigen Ausfällen durch Kurzschlüsse wird sie vor allem durch »dark spots« bis hin zur Nichteinhaltung der engen Farbortoleranzen verringert. Zudem müssen die Taktzeiten der Inline-Produktionsanlagen weiter reduziert werden, und die Substratgrößen sind zu erhöhen, um mehr Bauelemente gleichzeitig herstellen zu können. Auch der Backend-Prozess zur Herstellung von OLED-Leuchtmusername ist zu automatisieren. Und nicht zuletzt muss eine angepasste Treiberelektronik entwickelt und integriert werden, weil sich Standard-LED-Treiber für OLEDs nicht eignen.

**Es ist also noch eine Menge zu tun, bis OLEDs massentauglich werden . . .**

Tatsächlich ist eine ausreichend kostengünstige OLED-Massenproduktion noch nicht vorhanden. Daran wird jedoch bei der Fertigung in Inline-Vakuum-Beschichtungsanlagen mit Hochdruck gearbeitet. Weitere Kostenreduzierungen durch alternative Produktionsverfahren beispielsweise durch Drucktechnologien sind erst mittelfristig zu erwarten. Bisher sind noch keine marktfähigen Bauelemente in den Laboren realisiert worden. Ursachen hierfür sind sowohl bei der Ausrüstungsentwicklung als auch im technologischen Prozess der Bauelementherstellung zu suchen.

**Wo sehen Sie den größten Forschungsbedarf?**

Trotz der erreichten guten Ergebnisse gibt es noch eine Reihe von F&E-Anforderungen. Vorrangig betrifft das meines Erachtens die Weiterentwicklung der sehr anspruchsvollen Barrierematerialien für flexible OLEDs, die Erhöhung des möglichen Umgebungstemperaturbereiches auf über 100 °C – was vor allem für den Einsatz in Automotive-Anwendungen wichtig wäre – sowie die Verringerung des Flächenwiderstandes der ITO-Anode ohne die Integration von Busbars, also zusätzlicher dünner Leiterbahnen. Wesentlich für die höhere Energieeffizienz ist die Verbesserung der internen Lichtauskopplung. Noch immer ist kein phosphoreszierendes tiefblaues Emittermaterial kommerziell verfügbar. Aber es wird weltweit



Dr. Gotthard Weißflog, OLED/OLAB

„*Insbesondere die Eigenschaften der OLEDs, wie eine hohe Lichtqualität sowie neue Designmöglichkeiten durch die sehr dünne bis hin zu flexiblen Bauformen sind dem Endkunden bisher weitgehend unbekannt.*“

intensiv an der Lösung dieser Schwachpunkte gearbeitet.

**LEDs haben den Massenmarkt schneller erobert, als es die meisten Analysten prognostiziert haben. Sehen Sie einen ähnlichen Trend für OLEDs?**

Bisher hatten die Analysten meist zu optimistische Prognosen für den Eintritt in den OLED-Massenmarkt. Ein realistisches Szenario vorauszusagen, ist schwierig. Es fehlt noch die Nachfrage des Marktes, um Entwicklungen zu beschleunigen und weitere Investitionen zu begründen. Der Eintritt in den LED-Massenmarkt für die Allgemeinbeleuchtung ist durch den massiven Einsatz der LEDs im Nischenmarkt für die Backlight-Beleuchtung in den LCD-TFT TVs befördert worden. Wenn es gelingt, die OLED-Beleuchtung in Automotive zu platzieren, könnte es zu einer ähnlichen Entwicklung für den OLED-Massenmarkt für Allgemeinbeleuchtung führen. Die Herstellungspreise ließen sich weiter reduzieren, weil weitere Anreize für die erheblichen Investitionen in Fertigungsanlagen vorhanden wären.

**Könnten OLEDs die LEDs in Zukunft ablösen?**

Grundsätzlich ist es klar, dass für flächenhafte Beleuchtungsanwendungen OLEDs geeigneter sind als die punktförmige LED-Lichtquelle. Einschränkungen durch Umweltbedingungen wie UV-Strahlung sowie sehr hohe Helligkeiten ermöglichen den Einsatz im Außenbereich bisher kaum. Für die flächenhafte Beleuchtung im Innenbereich gibt es bereits zahlreiche Pilotapplikationen. Eine amerikanische Baumarktkette bietet sogar seit letztem Jahr OLED-Leuchten an. Der kritische Punkt ist der noch zu hohe Preis der OLED-Bauelemente. Die Zielstellung wird sich wie in der Vergangenheit durch den Preisverfall der LEDs weiterhin nach unten verändern müssen. Allerdings ist ein direkter Vergleich der Bauelemente hinsichtlich Lumen pro Dollar nicht korrekt, weil bei den LEDs durch weitere Komponenten zur Realisierung flächenhafter Leuchten zusätzliche Kosten und erhebliche Lichtverluste entstehen. Um die OLEDs und LEDs auf dem Systemlevel für flächenhafte Lichtanwendungen gegenüber zu stellen, ist ein Vergleich auf Leuchtenebene erforderlich. Dafür gibt es auch den Begriff »Application Efficiency«. Meine Prognose ist, dass es zu einer länger andauernden, schrittweisen Ergänzung und Ablösung der LED im Innenbereich kommen wird. Insbesondere die Eigenschaften der OLEDs, wie eine hohe Lichtqualität und neue Designmöglichkeiten durch die sehr dünnen bis hin zu flexiblen Bauformen sind dem Endkunden bisher weitgehend unbekannt. Auch kombinierte Leuchten aus LEDs und OLEDs sind durchaus sinnvoll.

**Wie ist es derzeit um die Herstellungskosten bestellt?**

Derzeit liegen die Herstellungskosten bei den führenden Herstellern unter 200 Euro pro Kilo-Lumen. Mit einem bare-level-OLED-Bauelement von 10 x 10 cm<sup>2</sup> können 300 lm erzeugt werden. Beispielsweise kostet ein Quadratmeter OLED mit einer maximalen Helligkeit von 9000 cd/m<sup>2</sup> momentan ca. 50 Cent. In den nächsten Jahren ist allerdings eine Reduzierung auf unter 10 Cent/cm<sup>2</sup> nötig, und die Herstellungskosten müssen unter 50 €/klm fallen.

**Wären die Fertigungsstätten bereits ausgerichtet auf die Massenproduktion von OLEDs?**

Bisher ist es nur LG Chem und OLEDWorks/Philips gelungen, die erste Stufe einer funktionierenden Massenfertigung zu realisieren. Die Taktzeiten der In-Line-Produktionsanlagen müssen weiter reduziert werden (> 1 min.) und die Substratgrößen sind zu erhöhen (Gen 2 – ca. 40 cm x 50 cm zu Gen 5 – ca. 120 cm x 150 cm), um mehr Bauelemente bzw. auch größere Bauelemente gleichzeitig herstellen zu können.

Parameter	2015	2017	2020
Effizienz (lm/W) des Panels	>80	120	140
Beleuchtungsstärke (cd/m <sup>2</sup> )	>5.000	>10.000	>15.000
Lumenoutput (lm/m <sup>2</sup> )	>20.000	>30.000	>40.000
Color Rendering Index – CRI – (%)	> 85	> 90	> 95
Lebensdauer LT70@3000 cd/m <sup>2</sup>	> 20.000	> 30.000	> 40.000
Maximale Größe (mm <sup>2</sup> )	> 120 x 120	> 300 x 300	> 500 x 500

Die grundsätzlichen Produktparameter Quelle: OLED-OLAB (www.oled-olab.net)

### In welchen Branchen sehen Sie das größte Marktpotential für OLEDs?

In Bereich Automotive gibt es sicherlich ein sehr großes Marktpotential. Nischenmärkte sind auch interessant. Innerhalb unseres Netzwerkes OLAB wurden Beleuchtungskomponenten für die Industrielle Bildverarbeitung entwickelt, die kleinere Systembauformen ermöglichen. In der Medizintechnik sind OLEDs für Therapiezwecke und zum Medikamenteneintrag interessant, und auch in der Krankenhaus- und OP-Beleuchtung gibt es Ansätze. Für den wissenschaftlich-technischen Gerätebau in der Mikroskopie und der Augenmedizin können sie innovative Systemlösungen ermöglichen.

### Wie stark wird der OLED-Markt mittel- bis langfristig wachsen?

Es wird ein Milliardenmarkt entstehen. Allerdings ist das meines Erachtens erst 2020 zu erwarten. Langfristig sehe ich ein starkes Wachstum, weil dann die Kosten wettbewerbsfähig geworden sind und der Markt die Einsatzvorteile realisiert hat. In der Vergangenheit wurde die Komplexität des Herstellungsprozesses unterschätzt, und bestehende Probleme wurden durch Mehrkosten verursachende zusätzliche Prozessschritte und Maßnahmen behoben.

### Welchen Stellenwert nimmt Europa im OLED-Weltmarkt ein?

Europa kann nach einer intensiven F&E-Phase (Bund »OLED 2015«) bei der Bauelemente-Herstellung zurückfallen. Leider waren Osram und Philips nicht zu gemeinsamen Fertigungsanstrengungen zu bewegen. Die Zersplitterung der Fertigungsaktivitäten in Deutschland wird auch dadurch deutlich, dass das frühere Fraunhofer COMEDD in Dresden eine eigene Fertigungsanlage Gen 2 in Betrieb hatte. Die Materiallieferanten wie Merck und BASF und Ausrüster wie etwa Aixtron sind international gut aufgestellt.

### Und wie richten sich die übrigen Regionen aus?

Besonders in Südkorea, das schon bei den OLED-Display- und -TV-Aktivitäten dominiert, sind weitere Investitionen in neue Anlagen zu erwarten. Das koreanische Wirtschaftsministerium (MOTIE) startete 2014 bereits eine Förderinitiative »OLED Lighting Industry Cluster Construction Business«. Interessant ist auch, dass in den USA neue Produktionsarbeitsplätze in diesem Segment entstehen sollen. Dafür steht die vom Department of Energy unterstützte SSL-Initiative. OLEDWorks hat inzwischen die Fertigungsaktivitäten von Philips übernommen, die in Aachen bleiben werden, und setzt auf den guten Zugang zu Venture Capital.

### Welche Strategien sind nötig, um der OLED-Technologie Vorschub zu verschaffen?

Um eine komplette Wertschöpfungskette aufzubauen, brauchen wir eine stärkere internationale Zusammenarbeit und weitere Investitionen in Fertigungsanlagen. Die wichtigste Zielstellung ist, den Herstellungspreis zu reduzieren. Das erfordert auch eine Automatisierung des Backendprozesses durch eine Finishing-Line. Zudem gilt es, neue Anwendungen zu entwickeln.

### Wie ist die zu erwartende Technologie-Roadmap?

Mittelfristig werden die Inline-Vakuumbeschichtungsanlagen die dominierende Fertigungstechnologie auf der Basis von small-molecule-Materialien bleiben. Nur so lassen sich derzeit OLED-Bauelemente herstellen, die die hohen Qualitätsanforderungen der Lichtindustrie erfüllen können. Die Sheet-zu-Sheet- und Rolle-zu-Rolle-Produktion auf Basis flüssigprozessierbarer Materialien und der Einsatz von Drucktechnologien haben Kostenvorteile, werden aber noch einige Herausforderungen be-

wältigen müssen. Die Produkt-Roadmap zeigt die grundsätzlichen Produktparameter. Es werden OLED-Bauelemente von unterschiedlichen Herstellern angeboten, die allerdings nicht insgesamt diese Parameter erreichen und sondern den Fokus auf bestimmte Parameter legen.

### Welche Rolle nimmt ein Netzwerk wie das OLED-OLAB bei der Entwicklung der OLED-Technologie ein und was ist die konkrete Zielsetzung?

Das mittelständische Netzwerk hat sich schon seit 2009 mit Anwendungsentwicklungen beschäftigt. Erreichte Ergebnisse sind unter anderem das mit einem Innovationspreis ausgezeichnete OLED-Backlight, eine automatisierte Qualitätssicherungslinie in Zusammenarbeit mit Philips und der Entwurf eines OLED-Treiber-ASICs. Durch die mehr als zehnjährigen Erfahrungen und Kenntnisse im Bereich Technologie und Produkte können wir in Verbindung mit der engen internationalen Vernetzung vom Netzwerkmanagement einen unabhängigen Rat zu Projektentwicklungen geben.

Die Fragen stellte Nicole Wörner

Anzeige

DAS ORIGINAL SEIT 1991  
**PCB-POOL**  
Beta LAYOUT

# Flex-Prototypen & kleine Serien

**NEU**

**Flexible Leiterplatten:  
Günstige Preise dank Pool-Produktion  
Online kalkulierbar • Made in Germany**

PCB-POOL® ist eine eingetragene Marke der

**www.pcb-pool.com**

**Beta**  
LAYOUT  
create: electronics