

# OLED-Displays in der Industrie: Die hell erleuchtete Zukunft der Bildschirmtechnologie?



**Im Einzelhandel werden transparente OLEDs gezielt eingesetzt, um die Präsentationswirkung von Produkten zu steigern.**

Im Consumer-Bereich sind OLED-Displays bereits seit Jahren etabliert und aus vielen Bereichen des täglichen Lebens nicht mehr wegzudenken. Eine hervorragende Bildqualität und die flache Bauweise machen OLED zu einer attraktiven Technologie für den Einsatz in Fernsehern, Smartphones, Tablets, Laptops, PC-Monitoren und Uhren, um nur einige mögliche Verwendungsmöglichkeiten aus dem Consumer-Bereich zu nennen. Doch was macht diese Technologie so einzigartig und welche potenziellen Chancen eröffnen sich darüber hinaus auch für den Industriebereich? Ein Blick auf die technischen Eigenschaften und möglichen Anwendungen.



*Autor:*  
Peter Jendros  
Product Manager  
Display Division  
DATA MODUL AG  
[www.data-modul.com](http://www.data-modul.com)

### Was bedeutet OLED?

OLED steht für Organic Light Emitting Diode. Im Gegensatz zur herkömmlichen LED-Technologie bei der Halbleitermaterialien für die Lichtemission sorgen, nutzt OLED organische Moleküle als Leucht-

schicht. Diese Moleküle enthalten Kohlenstoffverbindungen – was den organischen Charakter erklärt – ähnlich den lebenswichtigen Verbindungen bei Lebewesen. Durch Anlegen einer elektrischen Spannung erfolgt bei OLED die Umwandlung von elektrischer Energie in Lichtenergie, ein Prozess, der als Elektro-Lumineszenz bezeichnet wird.

### Aufbau und Funktionsweise der OLED-Technologie

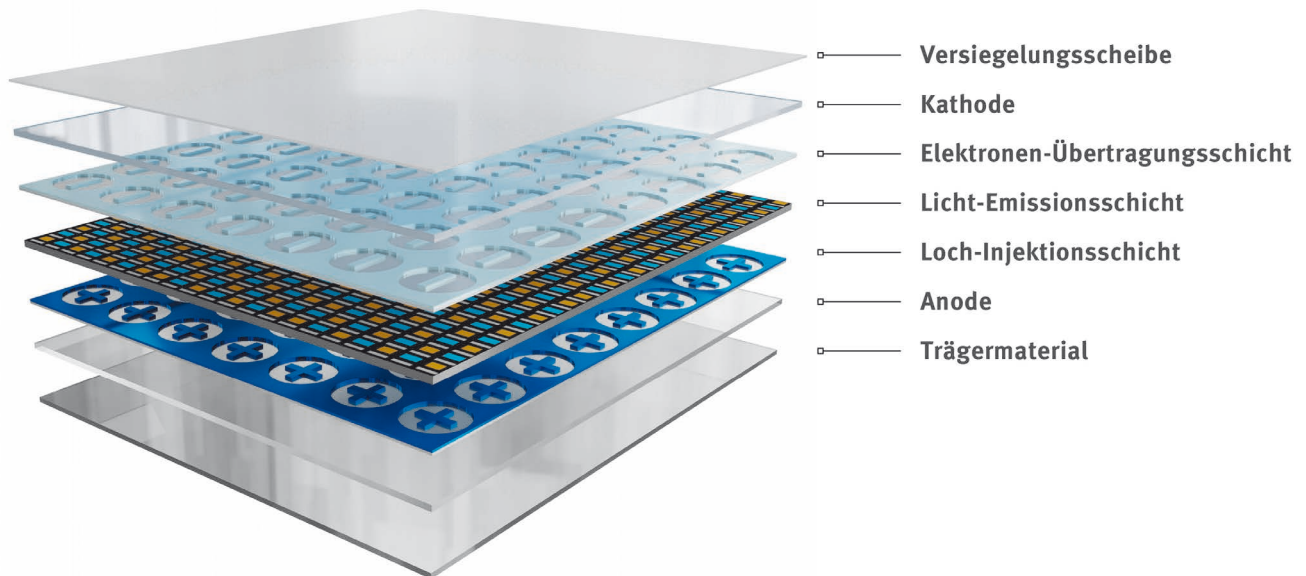
OLED-Displays sind verhältnismäßig einfach aufgebaut und bestehen prinzipiell aus mehreren Schichten (Bild 1). Die äußeren Schichten umfassen das Trägersubstrat, auf dem die Schichten nacheinander aufgetragen werden, sowie eine Schutzscheibe. Letztere dient dazu, die darunter liegenden empfindlichen Schichten vor äußeren Umwelteinflüssen, wie Sauerstoff und Feuchtigkeit zu schützen, da diese die Lebensdauer und insbesondere die Leuchtkraft im Laufe

der Zeit erheblich beeinträchtigen können.

Auf dem Trägersubstrat, meist eine Glasscheibe, befindet sich die Dünnschichttransistoren-Matrix. Diese Matrix steuert die Helligkeit jedes einzelnen Sub-Pixels. Es ist jedoch auch möglich, flexible und biegbare Plastikmaterialien als Substrat zu verwenden.

Die unteren Schichten umfassen die Anode (Pluspol) und die Kathode (Minuspol), die bei Anlegen einer elektrischen Spannung einen Stromfluss durch die organische Emissionsschicht erzeugen. Die Intensität des Stroms durch die Leuchtschicht beeinflusst direkt die Helligkeit der Lichtemission. Es besteht also ein proportionaler Zusammenhang zwischen Stromstärke und Helligkeit.

Die eigentliche Licht-Emissionsschicht, bestehend aus Kohlenstoffmolekülen, gibt bei Stromfluss Energie in Form von Licht ab. Um einen effizienten Stromfluss zu gewährleisten, wird die Leuchtschicht von



**Bild 1: Der Aufbau eines OLED-Displays im Detail.**

zwei weiteren Schichten umgeben: einer Elektronen-Transportschicht und einer Löcher-Transportschicht.

Mit einer Dicke von nur 100 bis 200 Nanometern sind die insgesamt fünf inneren Schichten sehr dünn.

## Funktionsweise

Wie bei TFT-Flüssigkristallanzeigen (LCD) erfolgt die Bildwiedergabe bei AMOLED (active-matrix organic light-emitting diode) über eine Bildpunktmatrix. Ein Bildpunkt = Pixel, besteht aus drei Subpixeln in den Grundfarben Rot, Grün und Blau. Durch bewusstes Steuern der Helligkeit dieser drei Farben mittels TFT-Matrix können sämtliche Farben erzeugt werden. Im Gegensatz zu LCD-Anzeigen, die eine weiße Hintergrundbeleuchtung, einen RGB-Farbfiler und eine dazwischenliegende Flüssigkristallschicht benötigen, um die Helligkeit der einzelnen RGB-Subpixel zu regeln, benötigen OLED-Displays keine permanente Hintergrundbeleuchtung.

## Erzeugung farbiger Bilder

Sie nutzen zwei Hauptmethoden zur Erzeugung farbiger Bilder: Bei der ersten Methode sind die winzigen weißen OLED-Flächen hinter einem RGB-Farbfiler angeordnet. Dabei kann die Helligkeit jeder OLED individuell gesteuert werden, was die präzise Erzeugung von Farben für jeden Pixel oder Bildpunkt auf dem Display ermöglicht.

Die zweite Methode ermöglicht es sogar auf den Farbfiler zu ver-

zichten. Hier werden die einzelnen Bildpunkte als mikrometergroße, rote, grüne und blaue OLED direkt auf das Trägermaterial aufgebracht. Dies bietet eine präzise und individuelle Steuerung von Helligkeit und Farben für jedes Pixel, ohne einen zusätzlichen Farbfiler.

## Vergleich OLED vs. LCD

OLED-Anzeigen sind in der Leistungsaufnahme gegenüber LCD-Anzeigen energieeffizienter, da sie die Helligkeit je nach Bild steuern und somit bei dunklen Flächen weniger Energie verbrauchen. Im Gegensatz dazu bleibt die weiße Hintergrundbeleuchtung von LCD-Anzeigen permanent gleich hell und verursacht daher einen vergleichsweise höheren Energieverbrauch.

Das Hauptargument für den Einsatz von OLED-Displays ist die überragende Bildqualität. Im Vergleich zu LCD-Anzeigen können OLEDs Farben naturgetreuer darstellen und weisen eine signifikant verbesserte Farbsättigung auf. Die Kontrastverhältnisse zwischen Hell und Dunkel sind bei OLEDs deutlich höher als bei LCDs. Bedingt durch das Trägheitsverhalten des in LCDs verwendeten Flüssigkristalls, ist auch die Bildwiederholrate von OLEDs um ein Vielfaches schneller. Dies ist besonders auffällig bei der Wiedergabe bewegter Bilder.

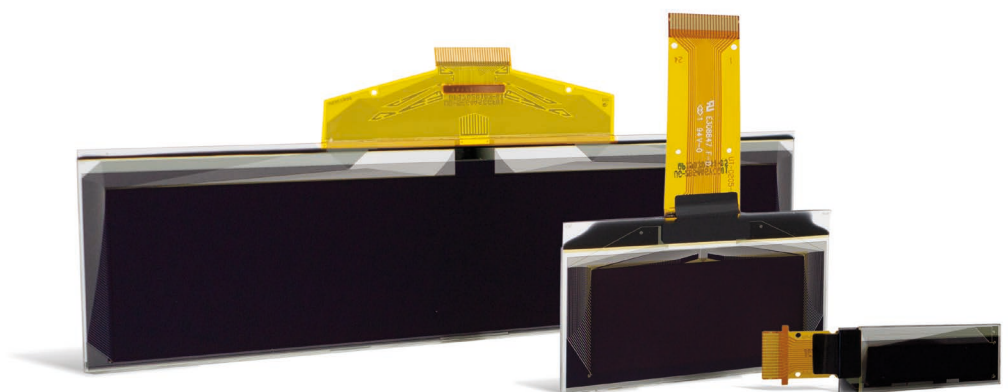
## Flexible Trägermaterialien

Ein weiterer Vorteil von OLED-Anzeigen besteht darin, dass deren Beschichtung auch auf flexiblen

Trägermaterialien realisiert werden kann. Dadurch wird Produktentwicklern mehr Gestaltungsspielraum für die Geräteentwicklung ermöglicht.

## Nachteile OLED

Die OLED-Technologie bringt zweifellos viele Vorteile mit sich, ist allerdings nicht frei von Herausforderungen. So sind die Lebensdauer und der langfristige Erhalt der Bildqualität stark von der Alterung und Helligkeitsabnahme der individuellen Bildpunkte abhängig. Die Beanspruchung der Pixel variiert je nach dargestellten Bildinhalten. Dunkle Bereiche benötigen weniger Strom und weisen daher – im Vergleich zu hellen, stromintensiven Bildbereichen – eine längere Lebensdauer auf.



**Bild 2: Mit einer Bandbreite von 1 bis 100 Zoll bieten OLED-Displays eine flexible Auswahl, die den Anforderungen verschiedenster Einsatzbereiche gerecht wird.**



**Bild 3: OLEDs sind in der Medizintechnik unverzichtbar, dank ihrer herausragenden Darstellungseigenschaften in Diagnosegeräten. Das detailreiche Bild mit hohen Kontrasten ermöglicht präzise Diagnosen.**

## Pixelverschiebung

Um diese Effekte zu minimieren, setzen Hersteller verschiedene Maßnahmen ein. Beispielsweise laufen im Hintergrund für den Anwender unsichtbare Algorithmen, die die Pixel in regelmäßigen Zeitintervallen leicht verschieben. Dies führt zu einer gleichmäßigeren Beanspruchung der Pixel und soll somit die exzellente Bildqualität über einen längeren Zeitraum erhalten. Diese Verschiebungen geschehen in so kurzen Intervallen, dass sie für den Betrachter nicht wahrnehmbar sind.

Im Fall von LCD-TFTs stellt die verringerte Helligkeit der Hintergrundbeleuchtung über die Zeit kein Problem dar, da dies die gesamte Fläche betrifft. Im Gegensatz dazu zeigt die LCD-Zelle selbst kaum Alterungserscheinungen, was keine Inhomogenität der Bildinhalte verursacht. In den TFT-Spezifikationen wird dieses Verhalten als Halbhelligkeitswert in Stunden, bezogen auf bestimmte Betriebsparameter angegeben.

## Produktportfolio im Consumer-Bereich

OLEDs sind in Größen von etwa 1 Zoll bis zu 100 Zoll verfügbar

(Bild 2). Die kleineren Formate sind für Wearables wie Uhren und Fitnessbänder konzipiert, während die größeren Formate für TV- und Signage-Geräte bestimmt sind. Dazwischen befinden sich mittelgroße Varianten, die vor allem für Handys, Tablets, Laptops und PC-Monitore geeignet sind.

Für VR- und AR-Brillen kommen sogar noch kleinere OLEDs sogenannte Mikro-OLEDs zum Einsatz. Diese zeichnen sich durch eine hohe Pixeldichte auf kleiner Fläche aus. Ein optisches System, wie ein Lichtleiter, projiziert die Bilder von den OLEDs auf die Brillengläser.

## Einsatzgebiete jenseits des Consumer-Bereichs

In anderen Bereichen, zum Beispiel in der Medizintechnik, nehmen OLEDs eine entscheidende Rolle ein, da ihre herausragenden Darstellungseigenschaften in Diagnosegeräten unentbehrlich sind. Das detailreiche Bild mit hohen Kontrasten unterstützt medizinisches Personal bei präzisen Diagnosen, insbesondere in Ultraschallgeräten mit Bilddiagonalen zwischen 21 und 32 Zoll (Bild 3).

Und in der Luftfahrtindustrie werden OLED-Anzeigen eingesetzt, um Passagieren der Business- und First-Class ein erstklassiges Unterhaltungserlebnis mit herausragender Bildqualität zu bieten.

Eine neuere Entwicklung sind transparente OLEDs, die beispielsweise im Einzelhandel Anwendung finden (Aufmacherbild). Präsentationwirkung und Anziehungskraft kann deutlich gesteigert werden, wenn zum Beispiel in Glasvitriolen Produkte – wie der neueste Turnschuh – durch Bilder oder Videos zusätzlich animiert werden.

## Konkurrenzfähige Technologien

Aktuell gelten OLEDs als das Non-Plus-Ultra in Sachen Bildqualität. Dennoch unternehmen auch LCD-Entwickler Anstrengungen zur Optimierung der Bildqualität, um sich insbesondere in Applikationen wie in der Medizintechnik erfolgreich behaupten zu können. Ein Ansatz besteht darin, die Helligkeit der Hintergrundbeleuchtung über die Fläche zu variieren, um den Kontrast weiter zu steigern. In dunklen Bild- und Videobereichen wird die Helligkeit gezielt reduziert. Diese

Technologie namens „Full Array Local Dimming“ (FALD) verwendet LEDs, die flächenmäßig in der Hintergrundbeleuchtung angeordnet sind und so bestimmte Bereiche synchron zur Bildinhalts-Helligkeit steuern können. Obwohl FALD-Displays bisher nur begrenzt in den Standardportfolios der Hersteller vertreten sind, gewinnen sie dennoch zunehmend an Bedeutung.

## MicroLED-Displaytechnologie

Eine noch vielversprechendere Konkurrenz für OLED-Displays scheint sich jedoch aus der MicroLED-Displaytechnologie zu entwickeln. Hierbei werden herkömmliche Halbleiter-LEDs anstelle organischer LEDs als Lichtquellen verwendet. Obwohl diese Technologie noch in den Anfängen steckt, sind bereits erste Modelle auf dem Markt erschienen. Displayhersteller sowie neue Akteure investieren intensiv in diese Richtung und erwarten eine spannende Zukunft. Ähnlich wie es bei OLED der Fall war – vielleicht etwas schneller, – denn die OLED-Zukunft begann mit dem ersten Test bereits im Jahr 1987. ◀