

Moderne Anzeige-Technologien

LCD - Die Grundlage für moderne Bildschirmtechnologie

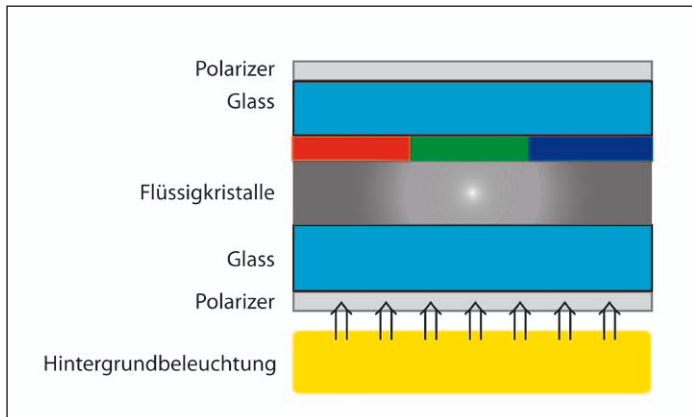


Bild 1: Aufbau LCD-Display

Die in den siebziger Jahren entwickelten LCDs (engl. Liquid Crystal Displays = Flüssigkristalldisplays) sind immer noch die am weitest verbreitete Displaytechnologie. Überall kommen diese Bildschirme zum Einsatz, die sich die Eigenschaften von Flüssigkristallen zu Nutze machen. Flüssigkristalle bestehen oft aus stabförmigen Molekülen und zeigen eine Ordnung, die jenen von Kristallen gleicht. Diese ordnen sich parallel zueinander an. Diese Ordnung der Moleküle kann von elektrischen Feldern beeinflusst werden, d. h. durch das Anlegen einer elektrischen Spannung kann die Richtung, in die sich die Flüssigkristalle vorzugsweise ausrichten, verändert werden.

Bei einem LCD besteht ein Element (oder auch Pixel) der Anzeige aus einer Flüssigkristallschicht zwischen zwei transparenten Elektroden und zwei Polarisationsfiltern (Bild 1). Ein Polari-

sationsfilter dient dazu, unpolarisiertes Licht zu polarisieren; das bedeutet, dass nach dem Durchlaufen des Filters das Licht, das ja nichts anderes ist als eine elektromagnetische Schwingung, nur noch in einer bestimmten durch den Filter vorgegebenen Richtung schwingt. Dies nennt man polarisiert. Diese beiden Polarisationsfilter sind senkrecht zueinander angeordnet. Durchläuft Licht den ersten Filter, ist es z. B. vertikal polarisiert und kann den zweiten Filter nicht passieren, da dieser nur für Lichtwellen durchlässig ist, die horizontal polarisiert sind.

Die beiden Elektroden, zwischen denen sich der Flüssigkristall befindet, sind so gestaltet, dass sich die stabförmigen Moleküle in einer bestimmten Richtung an der Platte anordnen und zwar jeweils in der gleichen Richtung, in der die Polarisationsfilter das Licht polarisieren. Da sich die Moleküle normalerweise parallel zueinander anordnen, beschreiben sie nun von der ersten zur zweiten Elektrode eine Drehung um 90°. Das beeinflusst die Polarisationsrichtung des Lichts: Sie wird ebenfalls um 90° von vertikal nach horizontal gedreht und kann damit den Filter passieren. Das LCD-Element ist transparent und erscheint hell. Zwischenstufen werden hier ebenfalls durch die Ansteuerung generiert. Hier werden die Kristalle nicht voll um 90° gedreht. Dies sorgt für eine Teiltransparenz. Farben lassen sich so nicht darstellen, da es ja nur die Möglichkeit gibt Licht passieren zu lassen oder nicht. Hier bedient man sich einer gefärbten Glasschicht. Diese färbt einzelne Pixel rot, grün oder blau um so durch Mischung alle sichtbaren Farben darstellen zu können.

LED- oder LCD-Displays

Auch wenn die Bezeichnung oft etwas irreführend ist, sind LED-Monitore auch im Grundsatz LCD-Monitore. Die zu Grund liegende Technik oben ist vom Prinzip her unverändert.

Bislang wurde zur Hintergrundbeleuchtung CCFL (= Cold Cathode Fluorescent Lamp) Röhren genutzt. CCFL ist vom Grundprinzip eng mit der Neonröhre verwandt. Hier wird durch Hochspannung ein Gas im Inneren einer Glasröhre gezündet das zusammen mit einer Beschichtung an der Innenseite der Röhre Licht erzeugt. Die Lichtfarbe wird hier durch die Farbe der Beschichtung bestimmt (Bild 2). Insgesamt hat sich diese Technik bis heute sehr bewährt und zeichnet sich durch eine hervorragende Langzeitstabilität aus. Dennoch bot der medizinische Einsatzzweck gerade für CCFL einige Herausforderungen. Die geforderte Helligkeit und Homogenität machte konstruktive Änderungen erforderlich. Während Office-Monitore oft nur über wenige Röhren verfügen die seitlich angeordnet sind verfügen medizinische Displays über

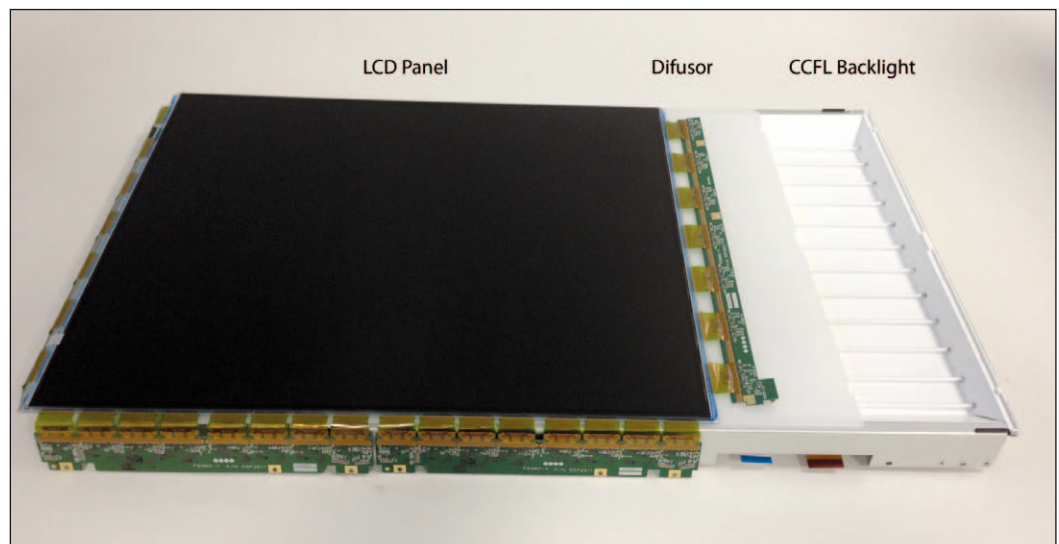


Bild 2: CCFL Backlight bei JVC Diagnostic Display

Autor:

**Marcel Herrmann,
Marketing Manager –
Medical Displays
JVCKenwood**



Bild 3: JVC Pathologie-Display mit LED-Backlight

hinter dem Display angeordnete Röhren und auch über eine deutlich größere Anzahl. Diese große Anzahl ist gerade in Bezug auf die erzeugte Wärme eine Herausforderung.

Der Schritt zu LED

Bei kleineren Displays z. B. in Mobiltelefonen ist die LED-Hintergrundbeleuchtung bereits lange Standard, die Nutzung in größeren Displays blieb aber noch lange schwierig. Problem waren hier vor allem die LEDs selbst. Hier fehlte es lange an weiß leuchtenden LEDs die eine ausreichende Helligkeit bei kleiner Baugröße erreichen. Angetrieben durch den stark wachsenden Konsumermarkt ist dies aber heute gelöst.

Vorteile der LED-Hintergrundbeleuchtung

Hauptvorteil der LED-Hintergrundbeleuchtung ist vor allem die gesteigerte Umweltverträglichkeit. Diese ergibt sich aus dem niedrigeren Stromverbrauch und der längeren Lebensdauer. Durch die LEDs sinkt der Stromverbrauch im Schnitt um 20 - 25 % bei einer gleichzeitigen Verlängerung der Lebensdauer um bis zu 100 %. Hinzu kommt noch eine deutlich umweltverträglichere Entsorgung, da LEDs keine kritischen Elemente wie Quecksilber enthalten.

Nicht zuletzt profitiert aber auch die Bildqualität. Durch die Anzahl der LEDs lässt sich die Helligkeitsverteilung weiter optimieren. Auch das Farbspektrum der Farbmonitore wächst durch LEDs, wodurch gerade farbkritische Anwendungen wie z. B. die Pathologie profitieren werden (Bild 3).

Neue Technologien

Aber auch bei den LED-Backlight-Displays stehen die Nachfolge-Techniken schon fest. Gerade organischen Displays wird viel Potential zugerechnet.

Funktionsweise OLED-Display

OLED steht für Organic Light Emitting Diode, was übersetzt soviel bedeutet wie „organische Leuchtdiode“ (Leuchtdiode, deutsch für LED). Eine herkömmliche Leuchtdiode besteht aus einem Halbleiterkristall, der Licht abgibt (emittiert), wenn eine elektrische Spannung angelegt wird. Das Licht wird durch den linsenförmigen Kopf der Leuchtdiode je nach Wunsch gebündelt oder gestreut. Leuchtdioden basieren also nicht wie Glühlampen auf einem Glühdraht, sondern auf der sogenannten Lumineszenz. Der Vorteil einer Leuchtdiode ist die hohe Leuchtkraft bei geringem Energieaufwand.

OLED-Displays verwenden jedoch keine herkömmlichen

Leuchtdioden, sondern sogenannte Light-Emitting Polymers (LEPs). Der Vorteil dieser Polymere ist unter anderem, dass sie in einem einfachen, technischen Verfahren produziert werden können. Ähnlich dem Tintenstrahldruck werden sie auf eine Oberfläche „aufgedruckt“.

Die organischen Farbstoffe können verschiedene Zustände annehmen, die man Exziton-Zustände nennt. Ein Exziton besteht aus einem angeregten Elektron und einem Loch, in das es hineinfallen kann. Fällt das Elektron in das Loch, so wird ein Photon abgegeben. Ein Photon ist nichts anderes als ein Lichtteilchen. Das Prinzip der OLED-Displays basiert also einfach gesagt auf organischen, halbleitenden Farbstoffen (Polymeren), die man dazu bringen muss, Lichtteilchen zu produzieren. OLED-Displays erzeugen daher selbst Licht und benötigen keine Hintergrundbeleuchtung mehr.

Der Farbstoff selbst wird zwischen zwei Schichten aufgebracht, die als Anode und Kathode dafür sorgen, dass Exzitone entstehen. Von der Kathode aus wandern angeregte Elektronen durch den Farbstoff zur Anode hin, die diese anzieht. Im Farbstoff entstehen nun die Exzitone, es werden Photonen abgegeben und das Display leuchtet (Bild 4).

Licht besteht aus unterschiedlichen Wellenlängen. Je nach Wellenlänge sehen wir rotes, grünes oder blaues Licht. Um unterschiedliche Farben zu erzeugen, muss das OLED-Display also unterschiedliche Wellenlängen erzeugen.

gen. Von der Energie, die bei der Entstehung eines Exzitons, dem Zusammentreffen von Elektron und Loch, frei wird, hängt die Wellenlänge und somit die Farbe des ausgesendeten Lichts ab.

Massentauglichkeit

Wie sieht es aber mit der Massentauglichkeit dieser Technologie aus? Hier gibt es auch bereits einen großen Marktanteil, gerade im Bereich der kleinformatigen Displays bei Smartphones oder Smartwatches. Nicht zuletzt seit dem iPhone X von Apple sollte diese Technologie jedem bekannt sein. Im Feld der TV-Geräte gibt es zwar bereits eine Vielzahl von Produkten, gerade die jeweiligen Fachmessen sind voll von solchen. Die aktuell verkauften Stückzahlen sind aber, bedingt durch den hohen Preis, noch klein - und daher immer noch ein Nischenmarkt. Im medizinischen Umfeld gibt es lediglich ein Produkt das es in den Massenmarkt geschafft hat: ein Endoskopie-Display mit 21 Zoll Diagonale. Betrachtet man die Vor- und Nachteile, wird hier schnell der Grund klar. Gerade im Bereich der Helligkeit ist OLED der Vorgängertechnik immer noch unterlegen. LCD-Displays übertreffen hier OLED-Displays um den Faktor zwei, Stand heute (2017) natürlich. Gerade dies könnte aber aus heutiger Sicht für diese Display-Technologie zum Nachteil werden.

HDR - das Ende für OLED?

Nachdem im Display- und Videobereich der Fokus stark auf

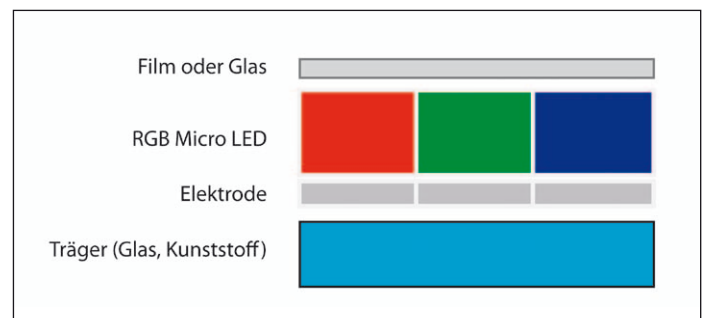


Bild 4: Aufbau OLED-Display

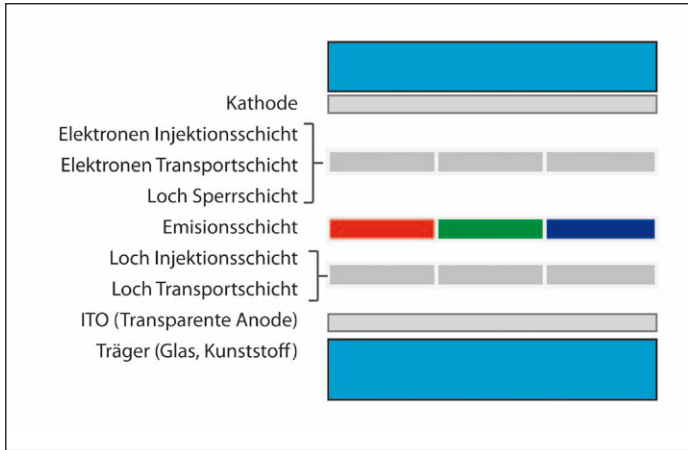


Bild 5: Aufbau MicroLED-Display

der Verbesserung der Auflösung lag, man erinnert sich noch an die Einführung von Full HD oder später 4K, geht es heute mehr denn je darum Bilder mit hohem Dynamikumfang darzustellen. So genanntes HDR (High Dynamic Range). Hierbei versucht man nun mit den Bildinhalten in Bezug auf Helligkeit und Kontrast an die Realität heran zu kommen. Wichtigste Eigenschaft eines Displays ist eine sehr hohe maximale Helligkeit, um auch große Dynamiksprünge wie Sonnenschein oder ähnliches realistisch abzubilden. Auch wenn sich dieser Trend mehr auf den TV-Bereich bezieht ist er doch die treibende Kraft hinter den aktuellen Entwicklungen. Denn mehr als zuvor scheint man sich bereits von OLED-Displays abzuwenden. Gerade im großformatigen und Miniatur-Bereich gibt es erste Impulse hin zu den nächsten Technologien.

QLED – mit Quantenpunkten ans Ziel

Relativ jung ist die Quanten-Dot- oder QLED-Technologie im Displaymarkt. Quantendots sind

Partikel, die Licht aufnehmen und in einer anderen Wellenlänge wieder abgeben. Kurz gesagt verändern Quanten-Dots das Lichtspektrum. Aus blauem Licht wird so rotes, grünes oder weißes. Im Vergleich zu den OLED-Displays können diese also kein eigenes Licht erzeugen. Hier wird ähnlich wie bei LCD-Displays eine Hintergrundbeleuchtung benötigt. Schaut man sich aber das Prinzip der aktuellen QLED-Displays an, so ist die Bezeichnung noch recht verwirrend. Basis-Technologie bleibt hier die LCD-Technologie mit LED-Backlight. Diese wird als Lichtquelle zur Generierung von Helligkeitsabstufungen genutzt. Lediglich werden die Quantenpunkte eingesetzt um die verschiedenen Farben zu generieren, ersetzen also den Farbfilter. Dennoch bietet diese Technologie Vorteile durch eine deutlich verbesserte Farbbrillanz.

Mikro-LED oder mLED-Displays

Micro-LED-Displays scheinen hier genau einen Spagat zu schaffen, nach dem man sich

bereits sehr lange sehnt. Sie bestehen aus einer Vielzahl einzelner LEDs (Bild 5). Dies aber in einer Größe, die die einzelnen LEDs nicht erkennen lässt. Bereits heute haben einzelne LEDs eine Größe von nur 40 µm. Damit sind Pixelgrößen im Bereich von 100 - 350 µm möglich. Diese sind zwar noch größer als im Bereich moderner LED- oder OLED-Displays. Dennoch aber bei weitem klein genug für die meisten Anwendungen. Dazu kommen noch die Vorteile die bislang OLED vorbehalten war. Perfektes schwarz und eine sehr geringe Stromaufnahme. In diesem Punkt sind mLED-Displays sogar modernen OLED-Displays überlegen (Bild 6). In Bezug auf die Helligkeit werden hier sogar die LCD- bzw. LED-Backlight-Displays mit über 2000 cd/m2 geschlagen. Am Vielversprechendsten scheint hier noch die Kombination aus LED und Quantendots zu sein. Hier werden einzelne blaue LEDs zur Lichterzeugung genutzt. Durch eine Quantenschicht kann hier dann ein beliebiges Farbspektrum durch Bildpunkte in verschiedenen Farben generiert werden. Solch ein Display wäre in nahezu allen Bereichen ideal. Dies ist aber aktuell noch ein Stück Zukunft. Mit den ersten massentauglichen Displays rechnet man hier in den nächsten zwei bis fünf Jahren. Micro-LED-

Displays selbst ohne den Quantendot-Zusatz werden gerade in kleinen Größen sicherlich schneller verfügbar sein.

Wie sieht nun also die Zukunft aus?

Welche der zahlreichen Displaytechnologien sich durchsetzt, lässt sich aktuell schwer absehen. Treiber im Display-Bereich sind nach wie vor kleinere Displays aus dem Mobilbereich und gerade der immer weiter wachsende Markt für Smartwatches, wird hier sicher neue Impulse setzen. Auch das umsatzstarke Segment der Großdisplays wird hier eine große Rolle spielen, verspricht man sich doch durch 4K Video und HDR neue Akzente. Im Bereich der Office- und Standard-Displays wird es wohl noch längere Zeit bei LCD- bzw. LED-Backlight-Displays bleiben. Hier sichert der sehr günstige Produktionspreis der LCD-Displays noch lange stabile Marktanteile. Im großformatigen Bereich wird die Quantendot-Technologie wohl bald erste Marktanteile gewinnen, da es den OLEDs auf Grund des Preises hier nicht gelingen wird.

► JVCKENWOOD
Deutschland GmbH
www.de.jvckenwood.com

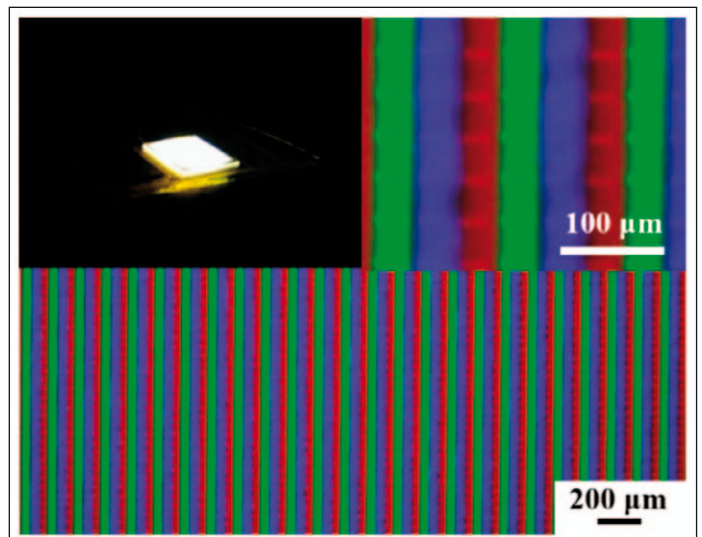


Bild 6: Vergrößerung MicroLED-Display

Vergleich Technologien

	LCD	OLED	Micro LED
Pixelgröße	0	+	+
Stromaufnahme	0	0	+
Helligkeit	+	0	+
Preis	+	-	0