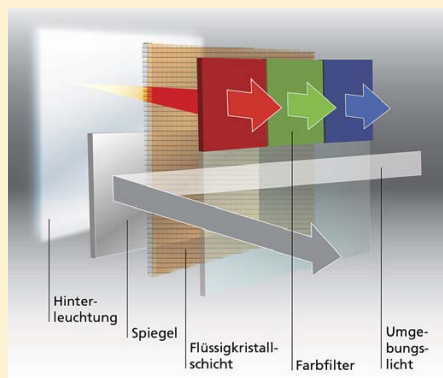


Anwendungsbericht von Norbert Erhart, Display Solution AG, Gilching

## Hybride Bildschirme – energieeffizient und sonnenlichttauglich

**Die Vorteile farbiger TFT-LCDs und monochromer e-Paper lassen sich in hybriden Displays wirkungsvoll kombinieren.**

Der Energiebedarf von Bildschirmen für mobile Anwendungen ist oft größer als der des gesamten restlichen Systems. Um dessen Laufzeit zu erhöhen muss vor allem die Energieaufnahme des Displays reduziert werden. Ein Ansatz für den Outdoor-Bereich ist die Nutzung des Sonnenlichts, das die Ablesbarkeit meist eher stört und energiehungrige, extrem helle Displays erfordert. Im Folgenden zeigen wir auf, wie man hierzu die Technologien transmissiver Farb-AMLCDs und reflektiver monochromer LCDs kombiniert.



**Bild 1: Wirkungsweise der hybriden Bildschirmtechnik**

Der transmissive Anteil eines hybriden Bildschirms ist vergleichbar einer konventionellen Flüssigkristallanzeige mit Dünnschichttransistoren (TFT-LCD, Thin Foil Transistor Liquid Crystal Display). Jeder einzelne Bildpunkt (Pixel) ist aufgeteilt in drei Zellen (Subpixel) mit vorgelagerten Rot-, Grün- und Blaufiltern. Eine Weißlichtquelle hinter dem LCD durchleuchtet das Flüssigkristall und die Farbfilter, wobei durch die unterschiedliche Orientierung der Kristalle mehr oder weniger Licht austritt und so die Helligkeit jeder einzelnen Farbe erzeugt wird.

Allerdings verursachen die Farbfilter einen relativ hohen Lichtverlust. Wenn man nun in einem rein reflektiven Teil des Displays auf sie verzichtet, wird der nutzbare Anteil reflektierten Lichts vergrößert und ein höherer Kontrast erzielt, was die Ablesbarkeit verbessert. Um dies zu erreichen gibt es neben dem Bereich mit vorgelagerten Farbfiltern pro Subpixel einen zusätzlichen Bereich ohne Farbfilter und stattdessen mit hinterlegter Spiegelschicht (**Bild 1**). Das dort reflektierte Licht durchläuft das Flüssigkristall ähnlich wie im Farbmodus, wobei jedoch die fehlenden Farbfilter jedes Subpixel zu einem eigenständigen schwarz-weiß-Pixel mit 64 Graustufen machen.

So erhält das Hybrid-Display zusätzlich die Eigenschaften eines reflektiven monochromen e-Paper. Bei direkter Sonneneinstrahlung muss nun auch nicht versucht werden, störende und blendende Oberflächenreflexionen durch eine noch leistungsstärkere Hintergrundbeleuchtung zu überstrahlen, sondern man nutzt das Umgebungslicht und lässt es zum Bildkontrast beitragen (**Bild 2**).

Ein ebenso wichtiger Vorteil ergibt sich bei der Auflösung. Während das menschliche Auge je drei RGB-Subpixel als einen farbigen Bildpunkt sieht, wird im Bereich ohne Farbfilter jedes einzelne Subpixel als eigener Bildpunkt mit 64 Graustufen wahrgenommen, wodurch sich die horizontale Auflösung verdreifacht. Diese Eigenschaft kann durch die Technik des Subpixel Rendering gezielt genutzt werden, die von vielen Betriebssystemen unterstützt wird und eine sehr viel feinere und schärfere Darstellung ermöglicht, insbesondere von Schrift.

Da beide Technologien – transmissives Farb-LCD und reflektives monochrom-LCD – bereits seit Jahren etabliert sind, können hybride Displays auf jeder TFT-LCD-Linie ohne spezielle Fertigungsschritte hergestellt werden. Die standardisierten Prozesse ermöglichen einerseits eine kostengünstige Produktion in hoher Qualität mit niedrigen Ausschussraten und gewährleistet andererseits eine Zuverlässigkeit und Langlebigkeit wie bei herkömmlichen TFT-LCDs.



**Bild 2: Vergleich zweier 10,1"-Bildschirme mit 1024 x 600 Bildpunkten bei direkter Sonneneinstrahlung: Links ein herkömmliches TFT-LCD, rechts das Display PQ 3Qi-01 von Pixel Qi**

nommen, wodurch sich die horizontale Auflösung verdreifacht. Diese Eigenschaft kann durch die Technik des Subpixel Rendering gezielt genutzt werden, die von vielen Betriebssystemen unterstützt wird und eine sehr viel feinere und schärfere Darstellung ermöglicht, insbesondere von Schrift.

Da beide Technologien – transmissives Farb-LCD und reflektives monochrom-LCD – bereits seit Jahren etabliert sind, können hybride Displays auf jeder TFT-LCD-Linie ohne spezielle Fertigungsschritte hergestellt werden. Die standardisierten Prozesse ermöglichen einerseits eine kostengünstige Produktion in hoher Qualität mit niedrigen Ausschussraten und gewährleistet andererseits eine Zuverlässigkeit und Langlebigkeit wie bei herkömmlichen TFT-LCDs.

Dieser Ansatz wurde bereits erfolgreich im Projekt "One Laptop per Child" (OLPC, [www.laptop.org](http://www.laptop.org)) angewandt. Der sogenannte "100\$-Laptop" XO (**Bild 3**) wird in Taiwan von Quanta Computer hergestellt. Die ehemalige technische Leiterin des OLPC-Projekts, Dr. Mary Lou Jepsen, gründete ihre eigene Firma Pixel Qi ([www.pixelqi.com](http://www.pixelqi.com)) in der Absicht, die neuartige, von ihr mit entwickelte Bildschirmtechnik noch besser in die Massenproduktion zu bringen und auch kommerzielle Einsatzbereiche zu erschließen. In Europa wird Pixel Qi dabei von dem Gilchinger Unternehmen Display Solution AG unterstützt, dessen Controller Boards die drahtlose Ansteuerung der hybriden Displays ermöglichen.

Durch eine standardisierte 18/24-bit Single-LVDS-Schnittstelle können die meisten vorhandenen Bildschirme 1:1 gegen ein Hybrid-Display ausgetauscht werden. Der Wechsel zwischen dem transmissiven, transflektiven und reflektiven Mode erfolgt durch einfaches Dimmen oder Abschalten der Hintergrundbeleuchtung. Der Energiebedarf des Displays lässt sich so an die jeweiligen Anforderungen anpassen. Für Anwendungen wie Videos bis 18 Bit Farbtiefe kann die Hintergrundbeleuchtung im transmissiven Mode entweder zu 100% oder bei geringerer Umgebungshelligkeit im transflektiven Mode bis auf ca. 10% gedimmt zugeschaltet werden. Man erhält somit 262 144 Farben in hoher Sättigung.



**Bild 3: Der XO soll den Zugang junger Generationen in Entwicklungsländern zu Wissen und Bildung verbessern, hier in der Lova Soa School in Ambatoharanana, Madagaskar**

Wenn ermüdungsfreie Ablesbarkeit im Vordergrund steht, eine möglichst lange Akkulaufzeit im mobilen Einsatz gewünscht wird oder auch eine sehr hohe Umgebungshelligkeit gegeben ist, wird der reflektive Mode gewählt. Die Energieaufnahme reduziert sich dann auf 20% im 60Hz-Betrieb und sogar nur 15% bei 30 Hz. [www.display-solution.com](http://www.display-solution.com)

[www.photonik.de](http://www.photonik.de) ▶ Webcode 6036