

## Displaytechnik

# Vier und fünf Farben für LCDs

Wer sagt eigentlich, dass bei Displays ein Pixel nur aus den drei Grundfarben Rot, Grün und Blau bestehen darf? Längst wird daran gearbeitet, die Bildschirme noch farbenfroher zu machen. Was steckt dahinter?

Auf der Suche nach dem besten Bild bei LCD-Bildschirmen rückt die Erweiterung der Farbdarstellung in den Mittelpunkt. Wie wäre es, wenn es nicht bei den bisherigen Primärfarben Rot, Grün und Blau bliebe, aus denen ein Bildpunkt heute erzeugt wird? Mit weiteren Primärfarben je Pixel werden Displays geschaffen, die die Farben des täglichen Lebens in noch realistischerer Vielfalt wiedergeben, ohne technischer bedingte Farbverschiebungen. Technischer Vorreiter bei der Umsetzung ist zur Zeit Sharp. Die Bildschirmtechnik heißt Multi-Primary-Color (MPC) und wird wohl eine immer größere Bedeutung gewinnen.

### Mehr Farben

Mit zusätzlichen Farbfiltern je Pixel für Gelb und Cyan kann eine höhere Transparenz als mit den bisher üblichen für Blau, Rot oder Grün erreicht werden, denn diese werden auf ihre "neuen Mitarbeiter" abgestimmt, sprich lichtdurchlässiger. Somit ist eine bessere Ausnutzung der Hintergrundbeleuchtung gewährleistet. Wird diese mit dimmbaren weißen LEDs realisiert, kann vor allem der Kontrast verbessert aber auch der Farbraum erweitert werden. Es lassen sich zudem farbige LEDs zur Hintergrundbeleuchtung einsetzen, mit denen die Helligkeit der jeweiligen Farbkomponenten moduliert wird, was Farbraum und Kontrast nochmals vergrößert. Für RGB gibt es in der preislichen Oberklasse bereits Geräte mit einer solchen dynamischen Farbraumanpassung.

Werden noch zusätzlich LEDs in den Farben Gelb, Cyan und Magenta genutzt, ist eine noch höhere Farbsättigung zu erwarten, und damit sind auch größere Farbräume möglich. Allerdings ist dann wiederum mit gesteigertem Leistungsbedarf und vor allem mit deutlich erhöhten Herstellungskosten zu rechnen, zu denen freilich nicht nur die zusätzlichen LEDs, sondern auch die aufwendigere Signalverarbeitung und die komplexere Farbfilterherstellung beitragen.

Multi-Primary-Bildschirme auf Basis zusätzlicher Farbfilter haben allerdings auch einen Nachteil. Sie reduzieren die Farbsättigung für Rot, Grün und Blau. Dazu Dr. Fritz Lebow-sky, Chefingenieur bei STMicroelectronics in Frankreich: „Wir erreichen hier einen Kom-

promiss zwischen maximaler Farbsättigung der Primärfarben und einem insgesamt vergrößerten Farbraum.“ Allerdings ist die richtige Auswahl der Farbfilter auch abhängig vom Weißabgleich, maximaler Helligkeit, größtem Farbspektrum, Prozessorleistung und der Hintergrundbeleuchtung. Extrem komplex stellen sich dabei Signalanalyse und Signalsynthese dar, da ein durch die additive Farbmischung auftretendes Luminanz-Chrominanz-Übersprechen vermieden werden muss. Jedenfalls scheint die Kombination von Multiprimärfarbfiltern und Multiprimär-

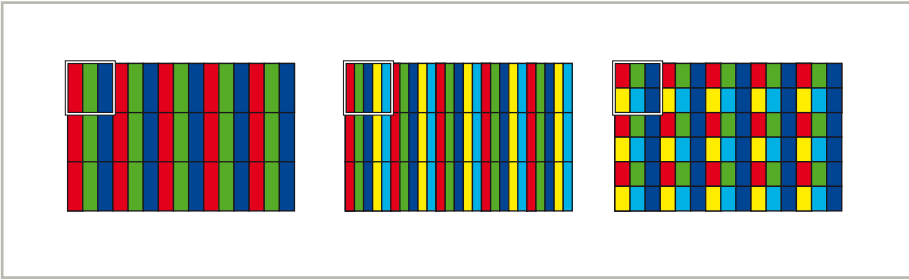
So flach kann die nächste Generation der LC-Displays mit vier Primärfarben werden. Noch im März sollen sie in den Handel kommen.



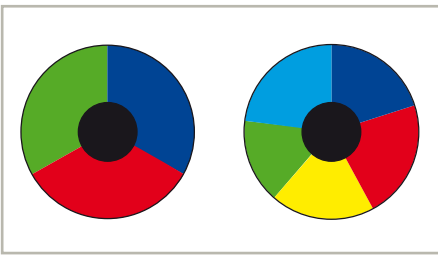
**Frank Bolten:**  
„Die RGBY-Technik ist ein Meilenstein in der Evolution von LCD-Fernsehern.“



Design-Entwurf des ersten Sharp-Geräts LC-60E920E LSA2CMYK mit RGBY- oder MPC-Technik



Konventionelle RGB-Bildpunktgeometrie (links) im Vergleich mit zwei bevorzugten MPC-Bildpunktgeometrien: mit einem zusätzlichen weißen Subpixel (Mitte) und mit drei zusätzlichen Farbfilttern Cyan, Magenta und Gelb (rechts)



Die Color-Peak-Technik von Genoa Color Technologies ist in Single-Panel-Projektions-systemen ebenso möglich wie in 2 und 3 Chip-Systemen. Allerdings ist eine farbsequentielle Bilddarstellung mit einem Farbrad nicht ganz unproblematisch

Backlight wohl perspektivisch das größte Farbspektrum zu versprechen. Im Vergleich zu einem sRGB-Monitor soll ein auf 175 % erweiterter Farbraum erreicht werden.

**Marktreif: Vier Farben bei Sharp**

Auf der CES Anfang dieses Jahres überraschte Sharp die Fachwelt mit dem ersten marktreifen Fernsehgerät mit MPC-Technik, nämlich einem Vierfarb-Display des Typs RGBY, also mit zusätzlichen Gelbpxeln. Diese Farbe soll vor allem der Wiedergabe von Haut-, Gelb- und Goldtönen auf die Sprünge helfen. „Durch die vierte Pixelfarbe Gelb steigern wir die Bildqualität unserer Aquos-LCD-TVs noch einmal erheblich und heben uns so von allen LCD-TVs mit her-

kömmlicher RGB-Technik ab“, meint Frank Bolten, Geschäftsführer Sharp Electronics Deutschland und Österreich. „Auch beim Thema Energieeffizienz können wir dank der neuen Pixelstruktur unserer X-Gen-Panels noch einmal Akzente setzen. Durch die neue Zusammensetzung der Flüssigkristalle liefern unsere Fernseher bei einem geringeren Energieaufwand die gleiche Leistung“, so Bolten weiter. Ab März sollen die ersten Geräte in den Handel kommen - zunächst in Japan und den USA, höchstens einen Monat später dann auch in Europa. Die vorgestellten Modelle sind mit einer direkten Hintergrundbeleuchtung aus weißen LEDs ausgestattet.

**Prototyp mit fünf Farben**

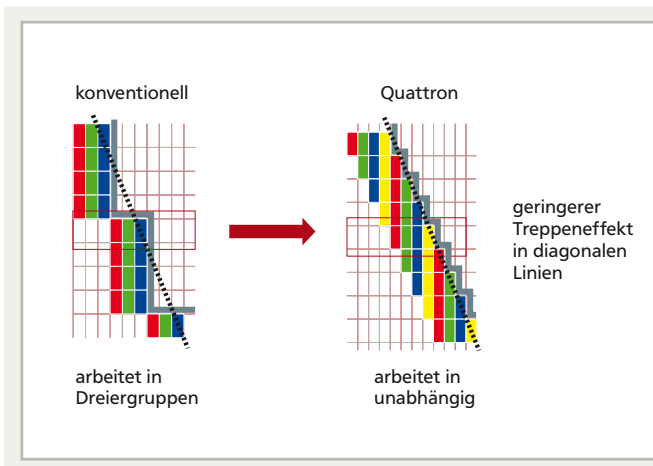
Bereits auf dem Symposium der Society for Information Display (SID) in San Antonio im vergangenen Jahr hatte Sharp ein Five-Primary-Color-LC-Display mit 60" vorgestellt. Über 99 % aller Farben der natürlichen Welt sollen damit wiederzugeben sein. Jedes Pixel besteht aus sechs Subpixeln, nämlich Rot, Cyan, Grün, Rot, Blau und Gelb (R1CGR2BY). Der Farbraum (Color Gamut) entspricht nach eigenen Angaben 124 % der Fläche verglichen mit dem NTSC-Standard, umfasst also alle Objektfarben. Die Elektronik zur Farbkonversion ist kompatibel mit dem Wide-Gamut-Signal xvYCC. Sharps Multi-Primary-Technik kann aber auch noch in einer anderen Disziplin punk-

ten: normalerweise kommt es bei sehr flachem Blickwinkel zu einer deutlichen Farbverschiebung. Dies war bei dem gezeigten Prototyp deutlich verbessert.

Die fünf Farbfiler RGBYC werden photolithographisch als Streifenmuster hergestellt. Noch wird eine CCFL (Kaltkathodenlampe) mit Spezialphosphor für die Hintergrundbeleuchtung genutzt, dennoch soll die Multi-Primary-Color-Technik energiesparend sein, wird doch das Licht um 20 % - 30 % effizienter genutzt als mit 3 Farbfilttern. Die Leuchtdichte wird mit 450 cd/m<sup>2</sup> angegeben.

**Welche Signale sind geeignet?**

Um die erweiterten Möglichkeiten der Farbdarstellung mit den neuen Bildschirmen voll nutzen zu können, wird natürlich eine Signalquelle gebraucht, die den ganzen Farbraum unterstützt. Auch die neuen HDTV-Signale basieren auf dem „alten“ Farbraum, liefern also keine zusätzlichen Farbinformationen. Diese müssen für die zusätzlichen Subpixel aus den RGB-Signalkomponenten errechnet werden – keine einfache Angelegenheit für die Signalverarbeitung. Einsatzgebiete außerhalb des Fernsehens haben deshalb eine sehr große Bedeutung - so für Web- und Produkt-Designer, High-End-Desktop-Publishing, digitale Archive, Museen, Galerien, telemedizinische Anwendungen und andere bildgebende Verfahren, Farbbearbeitung und – perspektivisch – digitale Kinos, kurzum, überall da, wo es um die nahezu vollkommene Wiedergabe des natürlichen Farbspektrums geht. Aber auch zu Hause eignen sie sich hervorragend für die Wie-



Neben verbesserter Farbwiedergabe spielt auch die höhere Auflösung eine wesentliche Rolle. Durch die zusätzlichen gelben Bildpunkte werden auch die übrigen Pixel kleiner

**Farbräume**

„Alle in der Natur vorkommenden Farben lassen sich aufgrund der spektralen Empfindlichkeit des menschlichen visuellen Systems mithilfe von drei Signalkomponenten beschreiben, wie das zum Beispiel im Farbraum 'ProPhoto' oder 'Adobe RGB' geschieht“, erklärte Dr. Fritz Lebowsky während der letzten Fachtagung der Fernseh- und Kinotechnischen Gesellschaft in München. Und weiter: „Da die drei Primärfarben dieser Farbräume jedoch außerhalb der physikalisch realisierbaren Farbfiler liegen, können sie nur mit mehr als drei Farbquellen wiedergegeben werden, wobei der resultierende Polygonzug alle darzustellenden Farben einschließt. Zu den möglichen Farbquellen zählen sowohl die bei Flüssigkristall-Farbbildschirmen üblichen Farbfiler als auch die immer häufiger verwendete LED-Hintergrundbeleuchtung, bei der LEDs unterschiedlicher Farben unabhängig voneinander ansteuerbar sind.“

dergabe von Fotos und selbstgedrehten Videos mit erweitertem Farbraum.

### Andere Einsatzmöglichkeiten

Zahlreiche weitere Unternehmen entwickeln und entwickeln an der MPC-Technik. Epson hält in den USA ein Basispatent für das „4-Primary-Color-Display“ mit den Farben Rot, Blau, Gelblichgrün und Smaragdgrün. Die Anwendung in der Projektionstechnik hat vor allem Genoa Color Technologies im israelischen Herzelia vorangetrieben, und zwar für vier und fünf Grundfarben. Übrigens setzt Genoa die sog. Color-Peak-Technik auch bei Single-Panel-Projektionssystemen ein. Dann hat das Farbrad nicht nur drei, sondern fünf Grundfarben. Für Handy-Displays bietet Genoa Color unter dem Begriff Pixcale entsprechende Lösungen an und verspricht damit 40 % geringere Leistungsaufnahme des Bildschirms bei gleichzeitig helleren und farbigeren Bildern zu nahezu gleichen Kosten.

Mit sechs Grundfarben haben Samsung und Mitsubishi ebenfalls schon gearbeitet. Auch die Akzeptanz scheint zu stimmen. Bereits 2006 wurden in Israel 250 Zuschauer befragt. 230 sahen in MPC eindeutige Vorteile und 65 % würden immerhin einen Mehrpreis von rund 18 % akzeptieren.

Allerdings bleiben noch diverse Aufgaben zu lösen. Das LED-Backlight besteht bei Mitsubishi aus zwei RGB-Gruppen mit unterschiedlichen Spektral-Eigenschaften, die zeitsequentiell gesteuert werden. Mit ansteigenden Temperaturen sinkt die Lichtintensität, besonders bei Rot. Auch kommt es dann zu einer Verschiebung der Wellenlänge. Dies

Nicht ganz trivial dürfte es sein, die drei eingehenden Farbsignalkomponenten optimal auf die Primärfarbquellen des Bildschirms abzubilden. Bereits mit dem neuen erweiterten Luminanz-Chrominanz-Standard xvYCC sind drei Anforderungen verknüpft, nämlich

- eine xvYCC-taugliche Signalquelle wie HD-Camcorder und bestimmte Blu-ray-Spieler;
- eine digitale Verbindung zwischen Signalquelle und Display, so HDMI 1.3 und höher sowie
- ein Display, das xvYCC-kodierte Bildsignale z.B. von hochauflösenden Digitalkameras wiedergeben kann.

Letzteres ist mittlerweile bei vielen Fernsehgeräten der Fall, die nicht mehr mit Kaltkathodenröhren, sondern mit LEDs ausgestattet sind (Wide Color Gamut). Dieser Übertragungsstandard hat die Reserven, mit denen MPC-Bildschirme bedient werden können.

### Displays aus Sakai - Fernseher aus Torun

Die RGBY- bzw. MPC- oder Quattron-Panels werden in der erst vor wenigen Monaten angelaufenen Sharp-Fabrik in Sakai hergestellt. Für den europäischen Markt erfolgt ab März die Montage im polnischen Torun. Fernseher mit Quattron-Panels soll es in den Größen 40", 46", 52" und 60" geben.

Bei Sharp-Partner Loewe ist in puncto 4. Primärfarbe noch keine Entscheidung gefallen. Für Sony ist die Technik jedenfalls "vorerst" noch kein Thema, doch könnte sich das im Laufe des Jahres noch ändern, vermutlich spätestens zur IFA. Das Unternehmen hat sich mit gut einer Milliarde US-Dollar in die Sharp-Fabrik eingekauft und sich für dieses Jahr 7 %, dann aber 34 % der Panel-Fertigung gesichert. Auch Philips zeigt sich neugierig. „Für uns ist das jedenfalls eine interessante Option für unsere künftige Premium-Serie“ sagt Volker Blume, Technischer Produkt Manager Television bei der Philips GmbH. Für Sharp wiederum ist es zwingend, auch die OEM-Kanäle zu bedienen. Aus Sakai könnten pro Jahr 13 Mill. 40"-LCD-TV-Panels kommen – rund ein Zehntel des Weltmarktbedarfs.

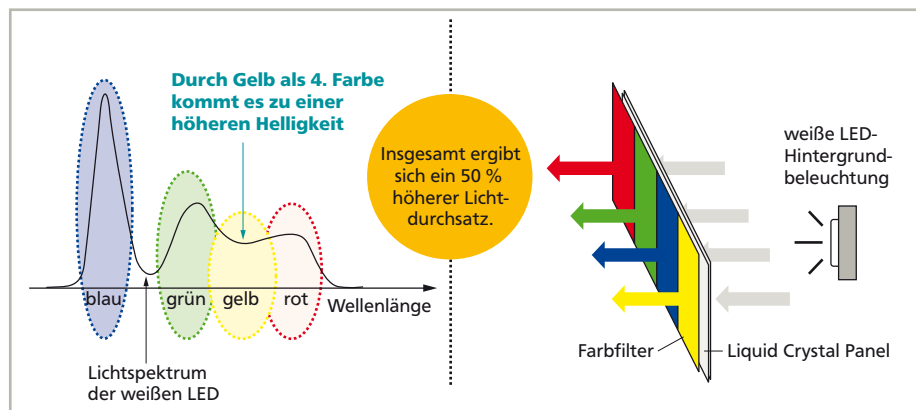
alles lässt sich über recht komplexe Farbsensoren erkennen und korrigieren. In den USA werden übrigens die Modelle 737 und 837 (60" bis 82") mit einem Sechs-Farb-Processor ausgestattet. Damit sollen die Bildschirme bereit für das 3D-Fernsehen sein und deutlich mehr Farben wiedergeben können als übliche Flachbildfernsehgeräte. Allerdings ist das keine echte MPC-Technik, sondern die Zusatzfarben Cyan, Gelb und Magenta werden errechnet und dann mit der konventionellen Technik dargestellt.

### Weitere Techniken

Die LCD-Technik bleibt aber auch nicht bei MPC stehen. Schon wird in den Laboren an ganz anderen Techniken entwickelt. Sharp stellte im September vergangenen Jahres in Japan die sog. UV<sup>2</sup>A Photo-Alignment Technik vor, bei der durch UV-Licht eine besonders präzise Ausrichtung der Flüssigkristalle auf einem einfach strukturierten LCD-Panel erreicht wird. Bei UV<sup>2</sup>A wird auf dem Glas-träger eine Polymerschicht aufgebracht, die UV-Strahlung absorbiert. Die Polymere richten sich nach der einfallenden UV-Strahlung, und die auf der Polymerschicht aufgetragenen LCD-Moleküle wiederum richten sich nach den Polymeren aus. Die Flüssigkristal-

le, die nur eine Größe von zwei Nanometern haben, lassen sich so laut Sharp im Picometer-Bereich (10-12 pm) ausrichten. Daher darf hier schon von „Pikotechnologie“ gesprochen werden. Da das gesamte Licht genutzt wird und es zu keinem Lichtverlust mehr kommt, wird auch hier wieder die höhere Lichteffizienz ins Feld geführt. Mit 5000:1 stellt sich auch der Kontrastumfang extrem ausgeprägt dar, immerhin 60 % mehr gegenüber konventionellen LCDs, Stichwort tiefes Schwarz. Die Transparenz soll um 20 % höher sein und kräftigere Farben ermöglichen. Die Reaktionszeiten – wichtig für höhere Bildwechselfrequenzen – werden auf die Hälfte reduziert, was vor allem künftigen 3D-Anwendungen entgegenkommt. Zu erwarten ist die Kombination der beiden Techniken MPC und UV<sup>2</sup>A. Bedenkt man, dass Sharp 1988 sein erstes 14"-LC-Display zeigte, war es insgesamt ein kurzer, atemberaubender Weg bis hin zu den faszinierenden HD-Bildern. Und ein Ende ist nicht in Sicht. Seit zwei Jahren gewinnt das Thema Blue Phase Mode LCD an Bedeutung. Durch die extrem kurzen Reaktionszeiten der Kristalle ist in Verbindung mit RGB-Backlight eine farbsequentielle Technik möglich – ohne aufwendige Farbfilter (rfe 9/2009).

Rainer Bücken



Durch die effizientere Ansteuerung brauchen Quattron-Displays 30% weniger Energie als konventionelle Panels