

Ulrike Kuhlmann

# Pixelwahn

## Display Week: höhere Auflösung, sattere Farben, mehr Flexibilität

Auf dem internationalen Kongress der Society for Information Display, kurz SID, dreht sich alles um optimale Displays – die je nach Einsatzgebiet unterschiedlich aussehen. Allen Anwendungen gemeinsam ist die Forderung nach mehr Auflösung.

Während die meisten Zuschauer noch vor der Entscheidung stehen, ob der nächste Flachbildfernseher Full HD oder 4K-Auflösung haben soll, beschäftigen sich die Display-Entwickler längst mit 8K- oder gar 10K-Auflösung. Ein 10K-Display mit beachtlichen 10240 × 4320 Pixel war auf der diesjährigen Display Week beim chinesischen LCD-Spezialisten Boe als 82-Zoll-Modell mit 2,10 Metern Diagonale zu bewundern.

Für die im UHD-Standard vorgesehene HDR-Wiedergabe ist außer vielen Pixeln auch eine hohe Farbaufklärung nötig und dafür möglichst satte Farben. Vor zwei Jahren wurde auf der Display Week erstmals das Prinzip der Quantenpunkte fürs LCD-Backlight vorgestellt, noch im selben Jahr kamen erste Displays mit der farbverbessernden Technik in den Handel. Winzige Nanopartikel im LCD-Backlight-System, die das Licht blauer LEDs in Richtung höherer Wellenlängen verschieben, sorgen darin für sattes Grün und Rot. Sony mit den Triluminos-TVs und Amazon mit dem Kindle Fire HDX 7 gehörten zu den Vorreitern, inzwischen gibt es weitere Anbieter farbstarke LC-Displays mit Quantum Dots. Als problematisch erwiesen sich allerdings die Zutaten der Technik – wesentlicher Bestandteil war das giftige Schwermetall Cadmium.

Nanosys zeigte auf der Display Week nun seine Fortschritte bei den Quantenpunkten: Das US-Unternehmen hat QD-Material auf Basis von Indium statt Cadmium entwickelt. Die mit Indium erzielbare Farbsättigung fällt

allerdings nicht ganz so kräftig aus – weshalb die Firma QD Vision an seiner Color IQ genannten Technik mit Cadmium-haltigen Glasstäben festhalten will. Diese wandeln das blaue LED-Licht am Backlight von Fernsehern und Monitoren in rotes und grünes Licht (siehe Video im c't-Link).

In San Jose zeigte QD Vision ein LCD-TV mit Quantenpunkten neben einem OLED-Fernseher – und brachte damit die aktuelle Diskussion auf den Punkt, ob die erprobten Flüssigkristallschirme mit farbverbessernden Quantenpunkten den als farbstark geltenden OLEDs das Wasser abgraben können. Nanosys bringt die Quantenpunkte in einer Folie unter, die im Display-Rücken sitzt. Das Folien-system eignet sich auch für Flüssigkristallschirme mit flächiger Hintergrundbeleuchtung (sogenannte Direct LEDs), die Glasstab-Variante nur für Edge-Light-Systeme.

### Mehr Auflösung

Für ultrahochauflösende Fernseher fehlen zwar noch die Inhalte, in anderen Bereichen gibt es aber schon jetzt echten Bedarf an möglichst hoher Auflösung: Augmented- und Virtual-Reality-Anwendungen verlangen nach irren Pixeldichten. Anders als bei großen Fernsehern, bei denen man die Unterschiede zwischen 4K und Full HD nur aus nächster Nähe bemerkt, sind die Vorteile der hohen Auflösung bei AR- und VR-Brillen für jeden Anwender sofort sichtbar.

Im Smartphone, Phablet oder Tablet ist die Grenze des Sinnvollen bereits mit 500 dpi erreicht: Mehr Auflösung bringt keine sichtbaren Vorteile. LGs G4 (2560 × 1440 Pixel auf 5,5 Zoll) und Samsungs Galaxy S6 (2560 × 1440 Pixel auf 5,1 Zoll) liegen mit 538 beziehungsweise 577 dpi deutlich darüber; Apple bezeichnet schon das Display im iPhone 6 mit 326 dpi als Retina – was Bezug auf die fürs Auge nicht mehr wahrnehmbare Pixelstruktur nimmt.

Dennoch wurden auf der Display Week MobilDisplays mit noch höherer Auflösung gezeigt. So warteten die LCD-Spezialisten AUO aus Taiwan und JDI aus Japan mit 6-zölligen 4K-LCDs mit stolzen 737 dpi auf. Bei JDI verschwand das Display allerdings noch am Vorabend der Ausstellung wieder hinter den Kulissen – möglicherweise hat es nicht zuverlässig funktioniert. Sharp toppte den Pixelwahn mit einem 4K-Display im 5,5-Zoll-Format und beeindruckenden 800 dpi. Boe hatte ein 6,8-zölliges Phablet-LCD mit 4K-Auflösung und 651 dpi dabei. Außerdem präsentierte der chinesische Hersteller ein ausgesprochen scharfes 4,7-Zoll-LCD mit 4K-Auflösung, das seine 941 dpi aber nur theoretisch erreicht – im Display waren die Subpixel in einer Pentile-Matrix angeordnet, weshalb man hier nicht die gesamte Bildpunktanzahl zur Berechnung der Pixeldichte nutzen kann. Nicht in der Ausstellung, aber in einer separaten Präsentation bestach ein OLED-Prototyp von AFD: Die japanische Entwicklerschmiede brachte 2560 × 1440 Pixel auf einer Fläche von rund 6,2 cm × 3,5 cm (2,8 Zoll) unter: 1058 dpi und damit diesjähriger Display-Week-Rekord.

Gebraucht werden derartige Pixeldichten für VR-Brillen wie die Rift von Oculus, die Vive von Valve oder Morpheus von Sony. Die Brillen von Oculus und Valve nutzen bereits relativ hochauflösende Displays (1080 × 1200 Pixel) pro Auge – trotzdem erkennt man noch deutlich die einzelnen Pixel, wenn man in die Brille schaut. Mit zwei 4K-Displays dürfte die Darstellung sehr viel glatter erscheinen.

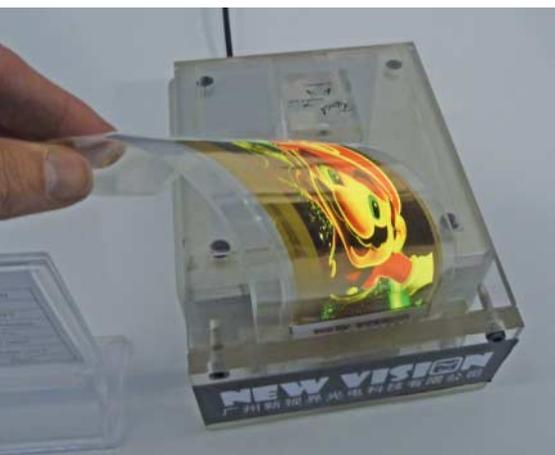
Die Fertigung solcher Displays wirft allerdings noch Probleme auf, etwa beim Aufbringen der winzigen Pixeltransistoren auf dem Glassubstrat: Der Glasträger darf sich während der Produktion weder ausdehnen noch darf er beim Abkühlen schrumpfen – trotz Prozesstemperaturen von über 600 Grad Celsius. Tut er es doch, können die feinen Siliziumstrukturen auf dem Substrat reißen oder unerwünschte Verbindungen eingehen und somit Kurzschlüsse erzeugen.

### Silizium statt Glas

Problemloser gelingt die Strukturierung auf hitzebeständigen Siliziumträgern, wie man sie für Speicher oder Prozessoren verwendet. Die Pixeldichte von SoC-Mikrodisplays (System on Chip) ist meist deutlich höher als in Direkticht-Displays, sie müssen allerdings mit einer Optik versehen werden. Die Siliziumträger können neben der reinen Display-Ansteuerung auch Teile der Videoelek-



Mit Quantenpunkten im LCD (rechts) steht den farbstarke OLEDs echte Konkurrenz ins Haus.



So biegsam wie das OLED von Newvision ist bislang kaum ein vermeintlich „flexibles“ Display.

tronik enthalten. Forth Dimension Displays zeigte in San Jose ein ferroelektrisches LCoS-Display (Liquid Crystal on Silicon), das 2048 × 1536 Pixel auflöst, damit fast 4000 dpi erreicht und für beeindruckend klare Bilder sorgt. Gedacht ist das etwa 1,7 Zentimeter mal 1,3 Zentimeter kleine Mikrodisplay für elektronische Sucher in Fotoapparaten und Videokameras. Die Farben im von Kopins schottischem Tochterunternehmen entwickelten LCoS werden wie beim DLP-Beamer schnell nacheinander angezeigt.

eMagin nutzt ebenfalls Siliziumsubstrat, setzt bei der Display-Technik aber auf flinke OLEDs und entwickelt die Mikrodisplays nebst passender Optik für Videobrillen; das US-Unternehmen ist bislang im Militärbereich aktiv. Die von eMagin gezeigte Videobrille mit zwei 0,8-zölligen OLED-Mikrodisplays ließ den Betrachter voll ins Bild abtauchen. Das FOV (Field of View) entsprach in etwa dem Sichtfeld einer VR-Pappbrille à la Google Cardboard mit eingeschobenem 5,5-Zoll-Smartphone. Das Pixelraster der 1280 × 1024 Pünktchen war im Video nicht zu erkennen. In einem weiteren Brillenprototyp steckten sogar OLEDs mit je 2048 × 2048er Auflösung. eMagin erzielt das große FOV vor allem dank einer ausgefeilten Optik. Noch

sind die organischen Mikrodisplays allerdings deutlich teurer als herkömmliche LCD-Lösungen – was unter anderem an den bislang geringen Produktionsstückzahlen liegt.

Auch deutsche Unternehmen waren in San Jose vertreten, darunter das Fraunhofer Institut FEP aus Dresden. Das am COMEDD-Center entwickelte OLED-Mikrodisplay wartet mit einer Besonderheit auf: Zwischen den Pixeln des bidirektionalen Displays sitzen kleine Kamerasensoren, die die Augenbewegungen des Brillenträgers verfolgen können. Das OLED versammelt 800 × 600 Pixel auf einer 12,8 mm × 9,6 mm großen Fläche (0,6 Zoll Diagonale); zwischen den im Quadrat angeordneten RGBW-Subpixeln liegt jeweils ein Sensor. Die Sensordaten und der Display-Inhalt werden sequenziell ausgelesen beziehungsweise aufs Display gegeben; möglich macht die flinke Schaltgeschwindigkeit der Mikro-OLEDs.

Solche miniaturisierten Display-Kamera-Systeme werden unter anderem für AR-Brillen benötigt, bei denen man nicht nur die Kopfbewegung auswerten muss, sondern auch die Blickrichtung: Erst wenn die AR-Brille erkennt, wohin ihr Träger gerade schaut, kann sie die virtuellen Objekte mit denen der realen Welt exakt in Deckung bringen. Alternativ können die Brillenträger über das Augen-Tracking auch Steuersignale ausgeben, etwa indem sie einen bestimmten Punkt länger fixieren. Für einfache Versuchsanordnungen hat das COMEDD ein handliches Alugehäuse inklusive Ansteuerlektronik mit HDMI-Anschluss für die Videosignale und USB-3.0-Port für die Kamerasensoren entwickelt.

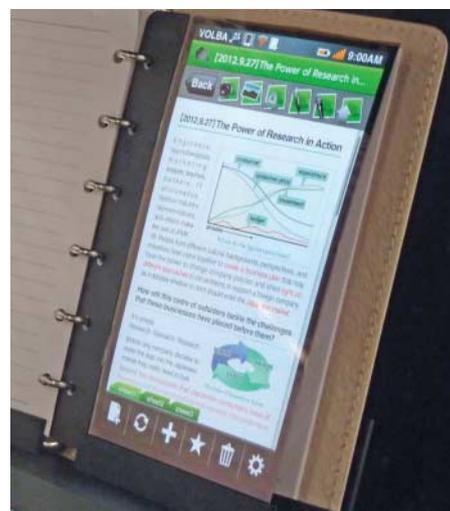
## Flexibilität

Organische Displays sind auch erste Wahl für biegsame Anzeigen. Bei kleineren Biegegraden verändert sich der Abstand zwischen der oberen und unteren Deckschicht – an der Stelle der größten Krümmung ist er am geringsten – was den OLEDs egal ist. Anders beim Flüssigkristalldisplay: Dessen optische Eigenschaften variieren mit der Schichtdicke, weshalb LCDs allenfalls als permanent verformtes Display taugen, aber nicht zum Verbiegen. Dennoch sprechen viele Hersteller

von „flexiblen Displays“, wenn sich diese einmalig in Form bringen oder nur ein ganz klein wenig biegen lassen.

Auf der Display Week konnte man diverse gebogene oder geformte Displays begutachten: Bei Boe und JDI waren es zum Armband aufgerollte OLEDs mit bis zu einem Zentimeter Biegeradius und Full-HD-Auflösung mit 423 dpi; LG rollte sogar ein Tablet-großes OLED ein. Besonders beeindruckend: ein hauchdünnes Videodisplay, das JDI als aktives Video-Einlegeblatt in ein Notizbuch geheftet hatte. Echte Flexibilität bewies das Startup New Vision in der Innovation-Zone: Sein extrem dünnes Videodisplay ließ sich fast beliebig verbiegen, kneten und aufrollen (siehe Video unter dem c't-link).

Bemerkenswert war ein in der Innovation-Zone auf der Display Week gezeigtes Licht-



**OLED statt Papier: Der aktive 5,5"-Einhefter zeigte Videos und Daten in Full-HD-Auflösung an.**

feld-Display: Das Zscape Motion Display der Firma Zebra Imaging nutzt ein etwa 10 cm × 10 cm großes Feld aus vier mal sechs kleinen LCDs mit jeweils Full-HD-Auflösung. Eine spezielle Optik fokussiert das Licht der LCDs in einer Punktswarte über dieser Display-Ebene. Drei PCs und ein I/O-Board sind nötig, um die Matrix aus 24 LCDs anzusteuern. Die so erzeugte 3,5 cm × 4 cm große Projektion ragt etwa 1,5 cm aus dem Schirm heraus und reicht 1,5 cm in die Display-Ebene hinein.

Im gezeigten Anwendungsbeispiel drehte sich ein farbiges Zahnrad über der Projektionsfläche. Man konnte um die Projektion herumgehen und so auch die bei einem herkömmlichen 3D-Display verborgene Zahnrad-Rückseite begutachten. Die Darstellung war zwar recht pixelig, das 30 Candela helle Objekt aber klar zu erkennen. Wenn man bedenkt, dass für die relativ grobpixelige Projektion ein Feld aus 7680 × 6480 Pixeln sorgte, wird klar, was für echte Hologramme gebraucht wird: extrem hochauflösende Displays. (uk@ct.de)

**ct** Weitere Bilder und Videos: [ct.de/ym6e](http://ct.de/ym6e)



Mikrodisplays zeichnen mit bis zu 4000 dpi extrem fein; die Pixeldichte wird aber erst mit einer Linsenoptik nutzbar.