



Flinke Farbenspiele

OLEDs, Mini-LEDs und Kristalle auf Speed: Die Monitortrends des Jahres

OLED-Hersteller drängen in die Monitore, LCD-Anbieter kontern mit Mini-LEDs, richtig in Fahrt kommen superschnelle Gaming-Displays. Wir klären, worauf Bild- und Büroarbeiter sowie Gamer beim Monitorkauf achten sollten.

Von Ulrike Kuhlmann

Nachdem sich LG an kleine OLED-Fernseher gewagt hat – hier ist man inzwischen bei 42 Zoll angelangt –, will der koreanische Panelfertiger nun offenbar OLEDs mit noch kleineren Diagonalen produzieren. Sie werden wahrscheinlich

bei 27 Zoll liegen, also einer Diagonalen von knapp 70 Zentimetern. PC-Monitore mit solchen Panels wären insbesondere für Fotobearbeitung und Videoschnitt interessant. Bereits Ende 2021 präsentiert LG einen ersten OLED-Monitor für die Bildbearbeitung. Der 31,5-zöllige OLED Pro 32EP950-B kostete zum Start etwa 3250 Euro, inzwischen bekommt man ihn ab 2100 Euro. Der 4K-Monitor nutzt noch kein hauseigenes LG-Panel, sondern eins des japanischen OLED-Spezialisten JOLED. Asus hat mit dem ProArt PA32DC ein Pendant mit gleichem Panel im Programm, das sportliche 4000 Euro kostet.

Die aktuellen OLEDs leuchten mit 250 cd/m² weniger hell als vergleichbare LCDs (ab 500 cd/m²). Dafür sollen neue OLEDs kaum noch unter dem sogenannten Burn-in leiden, was gerade für PC-

Monitore mit ihren eher statischen Inhalten wichtig ist. Beim gebotenen Farbraum ist oft von 140 Prozent sRGB oder auch 98,5 Prozent Adobe RGB die Rede. Solche Angaben sind aber wenig hilfreich, denn nur wenn ein Display einen gewählten Farbraum exakt abdeckt, ist eine reproduzierbare Bildbearbeitung möglich. Wichtiger sind deshalb die Angaben zur Farbabweichung in ΔE . Das nur theoretisch erreichbare ΔE von 0 würde absolute Übereinstimmung bedeuten. In der Praxis sind Abweichungen von $\Delta E < 1$ für das menschliche Auge kaum zu erkennen; Farbabstände zwischen 1 und 2 nur bei sehr genauem Hinsehen. Für farbverbindliche Arbeiten gilt daher eine Obergrenze von $\Delta E = 2$.

Profimonitore sind üblicherweise hardwarekalibrierbar, Korrekturwerte werden direkt in der Look-Up-Tabelle des Monitors gespeichert. Preiswerte Geräte erlauben nur eine Softwarekalibrierung, bei der Korrekturen stattdessen im ICM-Profil abgelegt und über den Grafiktreiber eingebunden werden. Der Vorteil einer Hardwarekalibrierung: Die farblich korrekte Darstellung am Schirm bleibt unabhängig vom angeschlossenen PC und der genutzten Anwendungssoftware bestehen. Einige Geräte haben das nötige Farbmessgerät (Colorimeter) bereits integriert.

Profimonitore können zudem 10 Bit pro Farbe und damit 1,07 Milliarden Mischfarben differenzieren. Ihre Look-Up-Tabelle (LUT) mit den Farbwerten ent-

scheidet darüber, wie präzise das von der Grafikkarte übergebene Bild intern weiterverarbeitet wird. Monitore für die Bildbearbeitung arbeiten mit mindestens 14-Bit-LUTs, bessere mit 16 Bit.

Wer Fotos oder Videos am Bildschirm betrachtet oder gar bearbeitet, sollte sogenannte 6-Bit-Panels meiden. Diese können nur 262.000 Farben am Schirm ausgeben und erzeugen deshalb stufige Farbverläufe. Für die allermeisten Büroarbeiten ist die geringere Farbauflösung dagegen unproblematisch.

LCDs halten dagegen

Die schon mehrfach totgesagte LCD-Technik bäumt sich einmal mehr auf, deren Hersteller kontern die Entwicklungen bei den OLED-Panels mit einem fein dimmbaren Backlight aus kleinen Mini-LEDs. Dank dieses sogenannten Full Array Local Dimming (FALD) mit teilweise über 1000 dimmbaren Zonen sollen sie zu den kontraststarken organischen Displays aufschließen. Beim OLED leuchtet allerdings jedes einzelne Pixel selbst und entspricht dabei einem Mini-LED-Segment – ein 4K-OLED mit 3840 × 2160 Pixeln hat also gut 8 Millionen Zonen.

Doch auch wenn sie beim direkten Vergleich hinterherhinken, können sich LCDs mit gutem FALD sehen lassen. Bislang orientieren sie sich allerdings auch beim Preis an den OLEDs. So werden für das 32-zöllige AOC Agon Pro PD32M im Porsche Design mit 1152 dimmbaren Zonen 2100 Euro fällig, das Pendant Elite XG321UG von Viewsonic soll sogar über 3000 Euro kosten. In gleicher Größe, aber mit halber Zonenanzahl, bekommt man das ProArt PA32UCR-K von Asus ab 1400 Euro.

Die Anzahl der gezielt ansteuerbaren LED-Gruppen wirkt sich direkt auf den Gerätepreis aus, allerdings dürfte die Technik in naher Zukunft billiger werden. Die sehr fein dimmbare Hintergrundbeleuchtung am LCD brauchen im Grunde nur Bildbearbeiter oder Gamer. Monitore in schreibtischtauglicher Größe mit weniger als 512 Zonen würden wir derzeit nicht zu FALD-Geräten zählen. So hat Sonys Gaming-Monitor Inzone U27M90 nur 96 separat dimmbare Zonen (12 × 8), was nicht fein genug ist: Der Mauszeiger zieht auf dunklen Hintergründen eine unschöne Aura mit sich.

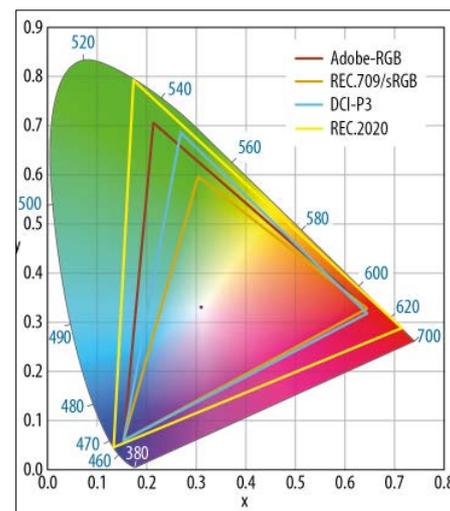
Gamer auf Speed

Für Gamer sind kurze Panel-Schaltzeiten entscheidend und ebenso eine niedrige

Latenz zwischen Mausbewegungen, der Grafikkartenausgabe und der Bildanzeige am Monitor. Viele Geräte beschleunigen den Bildwechsel mit einem sogenannten Overdrive, der es bei der Zielhelligkeit zuweilen übertreibt. Das Display erzeugt dann Doppelkonturen und Farbsäume an bewegten Kanten. Braucht das Panel dagegen zu lange für einen Helligkeitswechsel, wird das Bild unscharf. Die in Datenblättern angegebenen Schaltzeiten beziehen sich oft auf übermäßige Overdrive-Einstellungen. Die real nutzbaren Schaltzeiten sind deshalb meistens etwas lahm.

Aktuelle LCDs erreichen minimale Schaltzeiten von etwa 4 Millisekunden – alles darunter muss per Overdrive beschleunigt werden. Für OLED-Panels gilt das nicht, sie sind mit Schaltzeiten unter 0,5 Millisekunden enorm flink. Allerdings muss auch die Monitorelektronik schnell genug sein: Bei Monitoren für die Bildbearbeitung ist trotz flinkem OLED-Panel oft bei 60 Hertz Schluss.

Etwaiges Zerreißen des Bildes, Ruckler und Latenzen lassen sich durch variable Refresh-Raten (VRR) reduzieren: Dabei übernimmt der Monitor die Bildsignale genau dann, wenn sie ankommen – und nicht erst, wenn er den Aufbau eines kompletten Bildes abgeschlossen hat. Bei AMD heißt VRR FreeSync, Nvidia nennt es G-Sync, die VESA spricht von Adaptive-Sync, Intels integrierte Grafik unterstützt ebenfalls VRR. Man braucht dafür am Signaleingang mindestens DisplayPort in der Version 1.2a oder HDMI in Version 2.1. Gute Gaming-Displays laufen zwischen 1 Hz und 360 Hz synchron zur Grafikkartenausgabe, billige schaffen das nur zwischen 48 und 60 Hz.



Viele aktuelle Monitore können alle Mischfarben im sRGB-Farbraum darstellen, bessere nähern sich sogar DCI-P3; den sehr großen BT-2020 erreicht derzeit kein Display.

Für OLEDs sprechen ihre ansatzlos flinken Helligkeitswechsel, dagegen bislang die verfügbaren Displaydiagonalen. Doch während 1,07 m (42 Zoll) und erst recht 1,20 m (48 Zoll) für den Büroschreibtisch meist zu groß sind, bieten Asus, Gigabyte und LG OLED-Monitore in dieser Größe für Gamer an; das Panel stammt jeweils von LG.

Mit Samsung Displays stieg in diesem Jahr ein weiterer Produzent von OLED-Panels in den Ring und setzte sogleich auf kleinere Diagonalen: Im März debütierte Dell mit dem 34-zölligen Gaming-Monitor Alienware AW3423DW mit Samsungs QD-OLED-Technik. Jetzt zieht Samsung selbst nach: Der Odyssey OLED G8 G85SB richtet sich ebenfalls an Gamer und hat



Der 4K-Monitor Sony Inzone U27M90 erzielt starke Kontraste mit einem LED-Backlight aus 96 separat dimmbaren Zonen.



LG OLED Pro 32EP95

Für die Video- und Bildbearbeitung ist LGs Ultrafine Display OLED Pro 32EP950 erste Wahl, vor allem für HDR-Inhalte. Bei seitlichem Blick aufs 32-Zoll-Display erhält Weiß einen leichten Blaustich. Das 4K-OLED wird zusätzlich per Pulsweitenmodulation gesteuert, wobei wir im Praxistest aber keinerlei Flimmern wahrnahmen. Einbrennen begegnet LG mit Sensorik und Kompensationsfunktionen.

- ⬆️ tiefstes Schwarz, satte Farben
- ⬆️ sehr gleichmäßig ausgeleuchtet
- ⬇️ von der Seite leicht blaustichig

Preis: 2050 Euro



Alienware AW3423DW

Der 34-zöllige AW3423DW ist dank Quantenpunkten ein enorm farbstarker, flinker OLED-Monitor. Er passt seine Bildwiederholrate per VRR dynamisch an die Grafikkarte an. Die Lüfter am eingebauten G-Sync-Modul erzeugen ein dezentes Rauschen. Durch die Anordnung der 3440 x 1440 Bildpunkte entsteht an kontrastreichen hellen Kanten oben ein grüner und unten ein violetter Farbsaum.

- ⬆️ farb- und kontraststark
- ⬆️ flinkes Panel mit 175 Hz Refresh
- ⬇️ Farbsäume an hellen Bildkanten

Preis: 1300 Euro



Dell U2723QE

An Dells 27-Zöllern mit 4K-Auflösung lassen sich unkompliziert zwei PCs betreiben; der Allrounder hält dafür DisplayPort, HDMI und zwei USB-C-Eingänge bereit, einer davon für DisplayPort-Signale nebst Ladefunktion, der zweite als Eingang für den Vierport-USB-Hub. Per Bild-im-Bild-Funktion (PIP) holt man zwei PCs gleichzeitig auf den kontraststarken IPS-Schirm.

- ⬆️ kontraststarkes IPS-Display
- ⬆️ ausgefeilte Mechanik mit Pivot
- ⬇️ etwas ungleichmäßig ausgeleuchtet

Preis: 650 Euro

wie das Dell-Pendant 21:9-Format mit 3440 x 1440 Pixeln. Er soll ab Mitte Dezember für rund 3000 Euro in den Handel kommen.

Jüngst stellte Philips seine neue Gaming-Marke Evnia vor. Sie umfasst sowohl einen 42-zölligen Monitor mit LGs OLED-Technik (42M2N8900) also auch einen 34-zölligen Monitor in Samsungs QD-OLED-Technik (34M2C8600). Beide Geräte sollen im Januar 2023 auf den Markt kommen und unter der 2000-Euro-Marke bleiben.

Zusätzlich hat Philips ein 34-Zoll-LCD mit FALD-Backlight und 1152 dimmbaren Zonen entwickelt. Der Evnia 34M2C7600MV nutzt ein gebogenes VA-Panel mit 3440 x 1440 Pixeln und soll noch in diesem Jahr für etwa 2000 Euro in den Handel kommen. Die 27-zöllige LCD-Variante ohne FALD heißt Evnia 27M2C5500W und kostet mit 580 Euro nur einen Bruchteil.

Büroarbeiter brauchen Platz

Der hohe Kontrastumfang von Displays mit OLED- oder FALD-Technik kommt vor allem bei der Wiedergabe von Fotos und Videos zum Tragen. Für die Darstel-

lung von Excel-Sheets, PowerPoint-Präsentationen oder Texten ist er unwichtig. Deshalb kann man für Büroarbeit, zum Surfen und Mailen beruhigt zum günstigeren Monitor mit herkömmlicher LCD-Technik greifen.

Ein Entscheidungskriterium sollte hier die Auflösung sein: Full-HD-Auflösung mit 1920 x 1080 Pixeln ergibt auf einem 27-Zöllern eine Pixeldichte von nur 82 dpi. Die Displayoberfläche erscheint dann aus der Nähe wie ein Fliegengitter. Am 27"-Monitor sollte es mindestens WQHD-Auflösung mit 2560 x 1440 Pixeln und 109 dpi sein – die Pixeldichte von 100 dpi sollte man nur in Ausnahmefällen unterschreiten.

Wer mehr Platz braucht, kann entweder zwei 16:9-Schirme nebeneinander

stellen oder einen überbreiten Monitor mit 21:9- oder gar 32:9-Format nutzen. Zwei einzelne Monitore sind meist die günstigere Variante, an den überbreiten Großbildschirmen stört aber keine Trennlinie beziehungsweise Naht: Man kann Fenster freier auf dem Schirm verteilen und hat auch keine Probleme mit unterschiedlichen Displayhöhen. Ein einfaches Hilfsmittel gegen schief ausgerichtete Displays, deren Kanten auf gleicher Höhe abschließen sollen, ist der Screenbody von ConnectedView, den wir in [1] getestet haben.

Überbreite Monitore haben meist ein 21:9- oder 24:10-Format. Aktuell findet man in den Shops 34-Zöllern mit 3440 x 1440 Bildpunkten und 21:9-Format ab 380 Euro und 38-Zöllern mit 3840 x 1600 Pixeln im 24:10-Format ab 800 Euro. Je



Moderne Monitore schließt man per USB-C, DisplayPort oder HDMI an. DVI stirbt aus, einige Displays besitzen noch analoge VGA-Anschlüsse (von links: USB-C, DP, Mini-DP, HDMI, Mini-HDMI, DVI, VGA).

breiter der Monitor ist, umso eher empfiehlt sich ein gebogenes Display: Daran lässt es sich komfortabler arbeiten, die Augen werden besser gelenkt. Nur für die Bildbearbeitung scheiden Curved-Displays aus: Weil mit der Krümmung leichte optische Verzerrungen einhergehen, würde man diese im Bild womöglich ausgleichen und damit eine Verzerrung einarbeiten.

(uk@ct.de) **ct**

Literatur

[1] Screenbuddy, Magnetische Bildschirmverbindung, c't 11/2022, S. 84

Tipps für die Bildbearbeitung

- Je mehr Pixel pro Fläche der Monitor zur Verfügung stellt, umso tiefer können Sie ins Bild hineinzoomen, um auch kleinste Details zu erkennen.
- Wenn Sie einen hochauflösenden Profi-Monitor mit einem günstigen Zweitdisplay kombinieren, können Sie Menüs und Paletten auf das Zweitdisplay auslagern und so mehr Platz für die Bildbearbeitung schaffen.
- Für farbverbindliches Arbeiten benötigt der Monitor eine Blendschutzhaube, die Störlicht vom Display fernhält.
- Monitore für die farbverbindliche Bildbearbeitung sollten Sie regelmäßig neu kalibrieren.
- Kalibrieren Sie ein Display immer mit dem PC und an dem Signaleingang, an und mit dem Sie es später nutzen werden. Nur bei hardwarekalibrierbaren Monitoren sind Eingang und Zuspäler egal.

Tipps fürs Gaming

- Die maximale Bildwiederholrate hängt von den Schaltzeiten des Displays ab: Für 120 Hertz dürfen es höchstens 8 Millisekunden sein, ein 165-Hz-Monitor muss Helligkeitswechsel in 6, ein 240-Hz-Monitor in 4 Millisekunden schaffen.
- Wenn Sie einen FreeSync-Monitor, der nicht auf Nvidias Kompatibilitätsliste steht, an einer GeForce-Grafikkarte betreiben, müssen Sie die VRR-Betriebsart manuell im Grafiktreiber aktivieren.

Tipps fürs Büro

- Für das bestmögliche Bild sollten Sie Displays stets mit ihrer physischen Auflösung ansteuern. Zu kleine Textdarstellung können Sie über die Windows-Anzeigeeinstellung unter „Skalierung und Anordnung“ vergrößern.
- Für 4K-Auflösung mit 60 Hz benötigt der Monitor mindestens HDMI 2.0 oder DisplayPort 1.2. An älteren HDMI-Versionen müssen Sie entweder die Auflösung oder die Bildwiederholfrequenz reduzieren – ersteres führt zu Unschärfen, letzteres zu Rucklern, wenn man Fenster auf dem Display verschiebt.
- An einem überbreiten Monitor mit leicht gebogenem (curved) Display werden die Augen besser gelenkt und müssen an den Displayseiten nicht neu fokussieren.