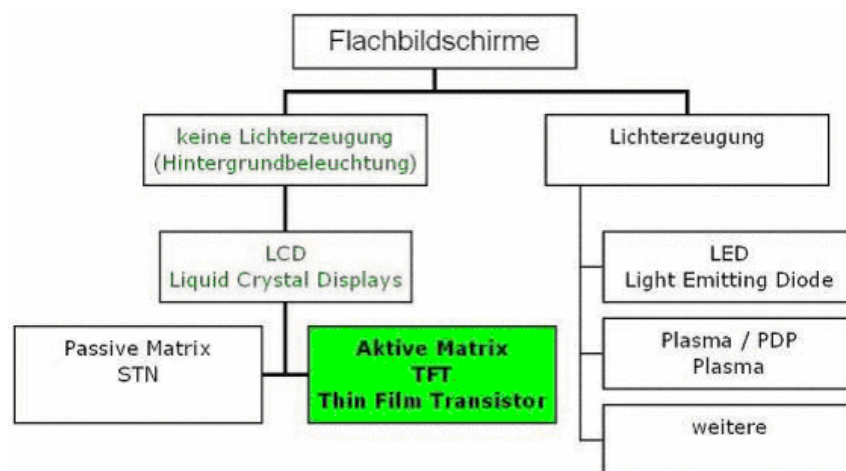


Flachbildschirme

1. Allgemeines

- Heute treten an die Stelle der herkömmlichen Monitore Flachbildschirme, wie sie hauptsächlich bei tragbaren Computern (Laptops) eingesetzt werden.
- Eine kostenintensive und komplizierte Herstellung sowie ihre, im Gegensatz zu herkömmlichen Kathodenstrahlröhren, kleineren Bilddiagonalen schränkten bislang die Verwendung von LCDs als Desktop-Bildschirm ein.
- Durch Verbesserungen in der Fertigungstechnologie sowie die Entwicklung von aktiven TFT-Displays mit bestechend guten Darstellungsqualitäten werden diese Flachbildschirme in den kommenden Jahren allerdings zunehmend zu einer Konkurrenz für herkömmliche Monitore werden; da neben immer größeren Bilddiagonalen auch heute schon ein starker Preisverfall zu beobachten ist.
- Sie bringen vor allem ergonomische Verbesserungen mit sich, da der Trend zu immer größeren Bildschirmen anhält.
- Ein 17-Zoll-Monitor wird bereits als Minimum für die Büroarbeit angesehen. Im gleichen Maße wie die Bildschirme größer werden, wird aber der Arbeitsplatz knapper.
- Bei einer durchschnittlichen Tiefe der Geräte von ca. 45 cm bleibt auf einem normal dimensionierten Schreibtisch nicht mehr genügend Tischfläche vor dem Bildschirm frei.
- Durch Flachbildschirme, deren Tiefe lediglich einige cm beträgt, wird dieses Problem gelöst..
- Weitere Vorteile sind:
 - Hervorragende Bildgeometrie
 - Keine Verzerrung
 - Vollkommen flimmerfrei \Rightarrow weniger anstrengendes und ermüdendes Arbeiten
 - Keine elektromagnetischen Felder
 - Geringer Energiebedarf

1.2. Grundlegende Technologien

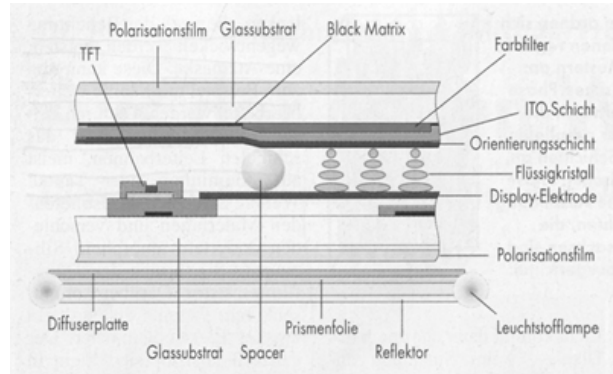
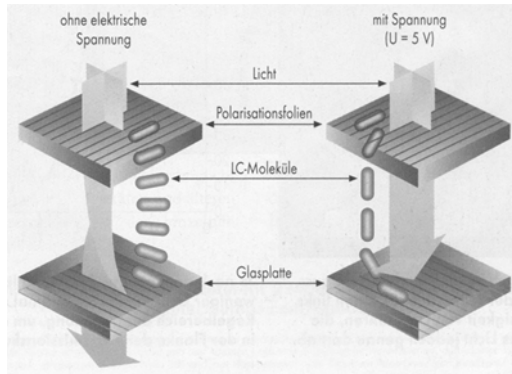


2. Allgemeines zu Flüssigkristallen

- Als Flüssigkristalle (engl. Liquid Crystal) bezeichnet man Substanzen, die typische Eigenschaften von Festkörpern und von Flüssigkeiten in sich vereinen.
- Bereits Ende des letzten Jahrhunderts waren diese Stoffe bekannt;
- an eine technische Nutzung wurde jedoch bis zu ihrer Wiederentdeckung Anfang der 60er Jahre nicht gedacht.

- Erst zu diesem Zeitpunkt erkannte man, dass Flüssigkristalle in einem elektrischen Feld ihre optischen Eigenschaften verändern.
- Weitere zehn Jahre vergingen, bis erste LC-Displays in Taschenrechnern und Armbanduhr zum Einsatz kamen.

3. Generelles Funktionsprinzip von LCD-Displays



- Der Aufbau eines Displays besteht, schematisch gesehen, aus zwei Polarisationsfiltern (Filter die Licht nur in einer bestimmten Richtung durchlassen), die so angeordnet sind, dass sie sämtliche Schwingungsebenen des von der Hintergrundbeleuchtung ausgesendeten Lichtes sperren.
- Dies bedeutet, alle LC-Displays arbeiten mit polarisiertem Licht, d.h. das Licht hat nur eine Schwingungsrichtung.

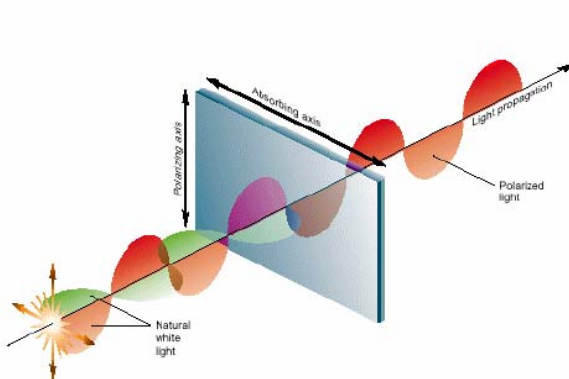


Abbildung 4. Interaktion von Licht mit einem linearen Polarisator.

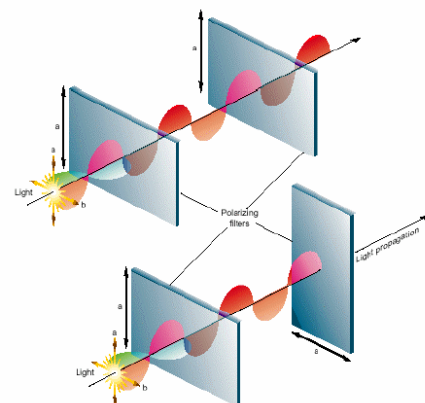


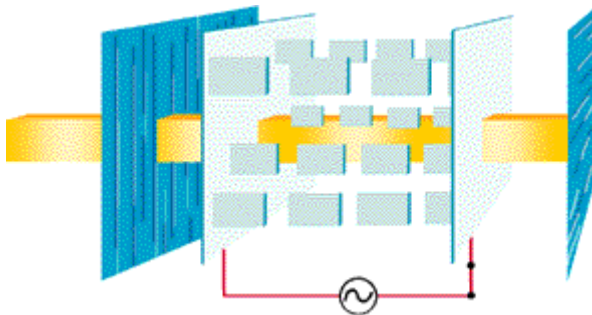
Abbildung 10. Interaktion des Lichtes mit linearen Polarisatoren.

- Einen Polarisationsfilter kann man sich vereinfacht wie ein Gitter vorstellen. Wirft man eine Handvoll Münzen darauf, fallen nur solche durch, die zufällig in einem ganz bestimmten Winkel auftreten. Alle Geldstücke, die dieses Hindernis passiert haben, fallen - zumindest für kurze Zeit - genau parallel ausgerichtet weiter.
- In einem LC-Display wird das zunächst ungerichtete Licht der Hintergrundbeleuchtung durch einen Polarisationsfilter geschickt.
- Dieser lässt nur Lichtwellen einer bestimmten Schwingungsrichtung passieren.
- In der darauffolgenden Flüssigkristallschicht werden die Lichtwellen so verdreht, dass sie auch einen nachgeschalteten, um 90 Grad verdrehten Polfilter durchdringen können.
- Ohne ein elektrisches Feld wird also das Display hell.



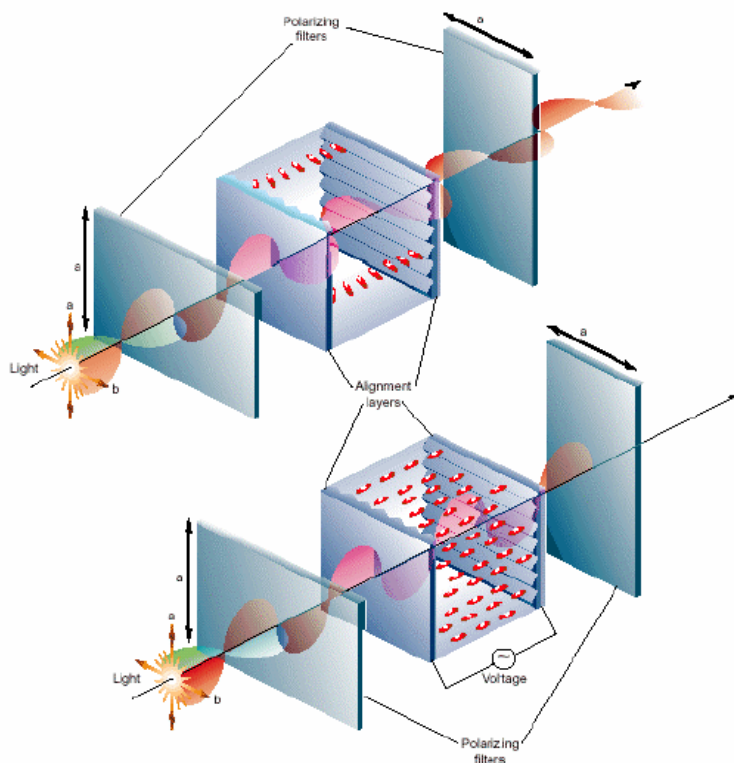
Keine Spannung an Flüssigkristallschicht angelegt

- Mit Hilfe einer angelegten Spannung richten sich die Moleküle des Flüssigkristalls nach den Feldlinien aus und lassen das Licht ungebrochen zum vorderen Polfilter durch.



Spannung an Flüssigkristallschicht angelegt

- Die Flüssigkristalle werden also so positioniert, dass keine Verdrehung der Polarisationsrichtung mehr stattfindet.



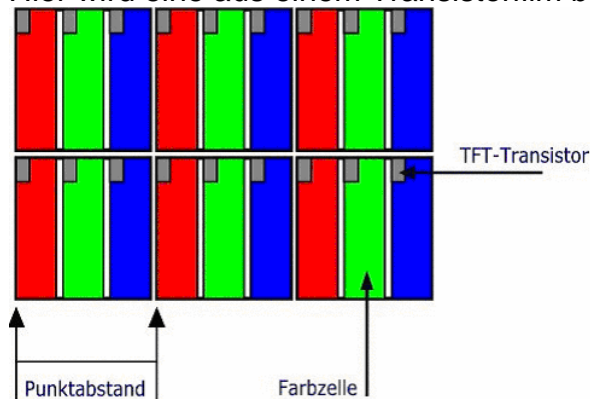
- Der zweite Polarisationsfilter sperrt, das Licht wird absorbiert, der so angeregte Bildpunkt lässt kein Licht passieren und die Zelle bleibt schwarz.
- Moderne Displays sind zur Steigerung des Kontrastes und der Helligkeit etwas komplizierter aufgebaut, wobei bei den aktuellen DSTN- (Double Super Twisted Nematic) oder TSTN-Anzeigen (Triple STN) die Moleküle der LC-Schicht bis zu 260 Grad verdreht sind.

- Bei Farb-Displays wird, ähnlich wie bei Kathodenstrahl-Monitoren, aus je drei einzeln adressierbaren Sub-Pixeln in den Grundfarben Rot Grün und Blau ein Bildpunkt (Pixel) erzeugt. Die Einfärbung der Sub-Pixel erfolgt dabei durch Farbfilter.

4. TFT und DSTN

4.1. Prinzip der beiden Displaytypen

- Die beiden momentan verbreitetsten Display-Typen unterscheiden sich vor allem durch die Art und Weise wie die ausrichtende Spannung angelegt wird.
- Im Bereich der Notebooks setzen sich zur Zeit vor allem die TFT-Displays durch (Thin Film Transistor).
- Hier wird eine aus einem Transistorfilm bestehende aktive Matrix eingesetzt.



- Jeder Bildpunkt (Pixel) verfügt über einen eigenen Transistor und kann direkt angesteuert werden.

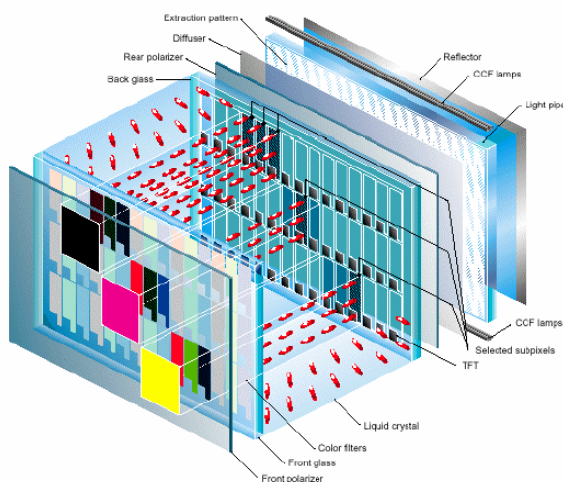
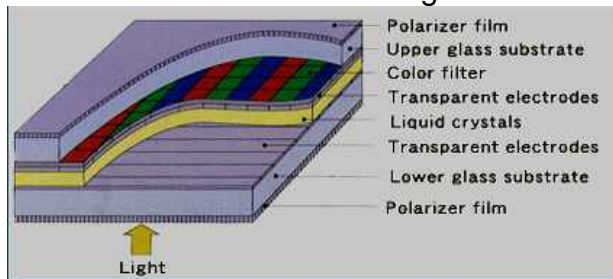


Abbildung 13. Aktiv-Matrix LCD Adressierung.

- Diese Bildschirme werden daher auch als Aktiv-Displays bezeichnet.
- Das Ergebnis kommt der Bildqualität der Elektronenstrahltechnik nahe und hat den Vorteil, dass die Darstellung nicht ständig neu aufgebaut werden muss und somit völlig flimmerfrei ist.
- Dazu sind bei einer Auflösung von 800 x 600 Bildpunkten die Anzahl von 1,44 Millionen Transistoren, je einer pro Grundfarbe und Sub-Pixel, erforderlich.
- Diese Displays bieten ein hohes Kontrastverhältnis und eine schnelle Reaktionsgeschwindigkeit, wobei störende Ghosting-Effekte durch die Einzeladressierung vermieden werden.
- Empfehlenswert sind nur die sogenannten "Aktiv-Matrix-Displays" (TFT-Displays), bei denen das Hauptproblem der flachen Monitore - die Kontraststärke - behoben wurde.

- Auch Bewegungen, wie beispielsweise Mausspuren oder animierte Bilder, führen nicht zu Unschärfen oder Verwischungen, wie dies früher üblich war.
- Anders sieht es bei den DSTN-Bildschirmen aus (Dual Scan Twisted Nematic). DSTN Displays werden mit Hilfe einer passiven Matrix angesteuert, d.h. mit einem Geflecht von durchsichtigen horizontalen und vertikalen Elektrodenstreifen.



- Jeder Schnittpunkt von horizontaler und vertikaler Elektrode stellt einen Sub-Pixel dar und kann einzeln angesteuert werden.
- Hierzu wird die Spannung über diese leitende Matrix auf den Bildschirm angelegt.

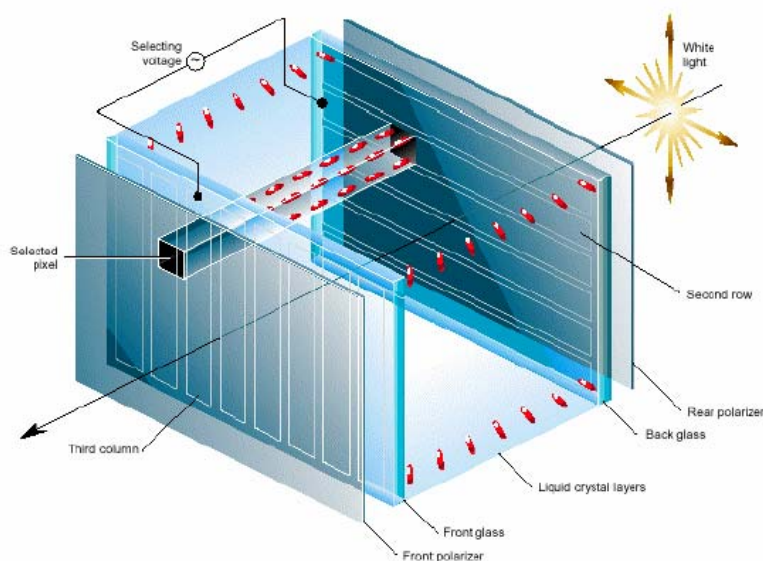


Abbildung 12. Adressierung einer passiv-matrix Zelle

- Ein spezieller Controller-Baustein übernimmt dabei die Adressierung jedes Bildpunktes nach Spalten und Zeilen.
- Leider bildet sich das zur Steuerung des Pixels benötigte elektrische Feld nicht nur an dem eigentlichen Schnittpunkt aus, sondern in schwächerer Form auch entlang den gesamten Elektroden.
- Die Folge sind störende Streifen, das sogenannte Ghosting, sowie die insgesamt langsame Reaktionszeit des Displays.

4.2. Übersicht Displaytechnologien

<i>Display – Technologien im Überblick</i>			
Übersprechen (Ghosting)	DSTN 5 – 30%	TFT max. 1%	CRT -
Reaktionszeit	0,3 s	0,05 s	0,02 s
Kontrast	30 : 1	150-200 : 1	300 : 1

4.3. Leistung und Kosten

- Die aktive Ansteuerung verleiht TFT-Bildschirmen eine sehr hohe Darstellungsqualität, die durchaus mit einem konventionellen PC-Monitor vergleichbar ist:
- kräftiger Kontrast, gleichmäßige Helligkeitsverteilung und vor allem die kurze Ansprechzeit sind die Vorteile dieser Technologie.
- TFTs erlauben auch die Betrachtung aus verschiedensten Blickwinkeln - gerade bei Präsentationen ein nicht zu unterschätzender Vorteil.
- Der große Pferdefuss bei der TFT-Technik sind die hohen Kosten.
- TFT-Displays benötigen Millionen von Transistoren.
- Ist auch nur einer davon defekt, funktioniert das ganze Display nicht mehr optimal.
- Sind gar mehrere der Halbleiter nicht ansprechbar, ist das gesamte Display unbrauchbar, eine Reparatur defekter Transistoren ist nicht möglich.
- Die Anzahl der benötigten Transistoren und damit letztendlich auch der Ausschuss bei der Fertigung steigt quadratisch zur Bildschirmgröße - ein Grund, warum gerade große TFTs immer noch sehr teuer sind.
- Weitaus preiswerter ist die DSTN-Technik.
- Hier ist die Ansteuerung der Pixel weit weniger aufwendig, was sich in deutlich niedrigeren Fertigungskosten niederschlägt.
- Die passive Technik fordert aber ihren Tribut in der Bildqualität.
- Der Kontrast bleibt bei diesen Bildschirmen schwächer, die Helligkeitsverteilung ist längst nicht so gleichmäßig wie bei der teuren TFT-Technik.
- DSTNs sprechen prinzipbedingt weitaus langsamer an, das äußert sich in typischen Schlieren und Nachzieheffekten bei schnellen Bewegungen, zum Beispiel des Mausepfeils.
- Vor allem die Trägheit macht DSTN-Displays für Aufgaben ungeeignet, bei denen sich der Bildschirminhalt häufig und schnell ändert.
- Spiele oder Animationen braucht man mit DSTN-Bildschirmen gar nicht erst zu starten.
- Für normales Arbeiten, beispielsweise mit Office-Paketen reichen die preiswerten Displays aber aus.
- Außerdem hat die DSTN-Technik eine Verbesserung erfahren. Sharp hat das HCAD (High Contrast Addressing Display) entwickelt, was die Bildqualität der Bildschirme verbessern soll.
- Andere Hersteller wie Toshiba haben diese Technik übernommen und bieten sie unter anderem Namen (Enhanced DSTN) an.
- Ob die neuen DSTN-Schirme aber in Zukunft mit den immer billiger werdenden TFT-Displays konkurrieren werden können, muss sich erst noch zeigen.

5. Eigenschaften

5.1. Geschwindigkeit

- Passive Displays (DSTN) sind grundsätzlich langsamer im Bildaufbau als solche mit Aktiv-Matrix (TFT);
- bei schnellen Änderungen auf dem Bildschirm können sie den Inhalt nicht mehr korrekt darstellen.
- Schon das Scrollen eines Textes überfordert sie meist.
- Für den Einsatz als Desktop-Display eignen sich daher nur aktive TFTs;
- DSTN-Displays sollten, wenn überhaupt, nur noch als preisgünstigere Alternative in Notebooks eingesetzt werden.

5.2. Display-Größe

- Die Bildgröße wird bei LC-Displays immer entsprechend der tatsächlich sicht- und nutzbaren Diagonale angegeben - nicht wie bei herkömmlichen Monitoren, deren sichtbare Bilddiagonale meist bis zu 1,5 Zoll unter dem angegebenen Wert liegt.
- LC-Displays verfügen wie Monitore über eine maximal mögliche Pixel-Anzahl, reagieren aber auf niedrigere Auflösungen mit einer zum Teil unbrauchbaren Darstellung.
- Abhängig von der verwendeten Treiber-Software wird teilweise bei niedrigeren Auflösungen die Darstellung auch maßstabsgerecht verkleinert, und der äußere Rand des Displays bleibt ungenutzt.
- Anzeigen mit Bilddiagonalen von 12,1 Zoll lösen üblicherweise 800 x 600 Bildpunkte auf; bei Diagonalen von 13,3 und 14,1 (jeweils sichtbare Diagonale!) steht eine maximale Auflösung von 1.024 x 768 zur Verfügung.
- Marktübliche Displays weisen eine Farbtiefe von 18 Bit (6 Bit pro Subpixel) auf; neuere ermöglichen aber auch echte TrueColour-Darstellung mit über 16 Millionen Farben (24 Bit).

5.3. Pixelfehler

- Ein TFT Display mit einigen wenigen Pixelfehlern wird in der Regel nicht als defekt gekennzeichnet, da der Produktionsausschuss, gerade bei großen Anzeigen, ansonsten immens wäre.
- Es wird dabei unterschieden zwischen Pixelfehlern, von denen nur ein Sub-Pixel betroffen ist und solchen, die sich in hell- oder dunkelgeschalteten Bildpunkten zeigen.

5.4. Ablesewinkel

- Der horizontale und der vertikale Ablesewinkel eines Displays gehören zu den wichtigsten Qualitätsmerkmalen.
- Marktübliche Displays besitzen einen vertikalen Ablesewinkel von insgesamt 140 Grad und können dadurch auch von der Seite noch ausreichend gut abgelesen werden.
- Neu entwickelte Flachbildschirme erreichen bisweilen sogar Ablesewinkel von 160 Grad.

5.5. Grafikkarten

- LC-Bildschirme werden generell digital angesteuert (herkömmliche Kathodenstrahlmonitore analog).
- Die Verbindung von externen LC-Displays und PC kann auf zwei verschiedene Weisen erfolgen:
- Entweder liefert der Hersteller des Displays eine digitale Grafikkarte mit - und verzichtet somit auf eine unnötige Signalumwandlung -,
- oder das Display wird an eine herkömmliche VGA-Grafikkarte angeschlossen.

- In diesem Fall werden die analogen Bilddaten erst von der Elektronik des Displays wieder in eine digitale Form gebracht.
- Beide Lösungen haben Vor- und Nachteile.
- Digitale Grafikkarten sind oft besser auf das Display abgestimmt;
- es kann aber nicht an jeden Adapter ein analoger Monitor angeschlossen werden.
- Kombi-Grafikkarten mit analogem und digitalem Ausgang bieten die flexibelste Lösung.

6. **Ausblick (neue Technologien)**

- Momentan sind zwei wichtige Entwicklungen in vollem Gange.
- Zum einen arbeiten die Panelhersteller an der Erhöhung der Blickwinkel.
- Neben der Verbesserung der Standard-TFTs durch Aufbringen eines Films gehen einige Hersteller neue Wege.
- Durch neue Technologien wie IPS (In Plane Switching) und MVA (Multi-Domain Vertical Alignment) soll eine Verminderung der Blickwinkelabhängigkeit und die Vermeidung der Schlierenbildung bei raschen Bildfolgen erreicht werden.
- Außerdem geht der zweite Trend eindeutig zur digitalen Ansteuerung der LCD-Displays.