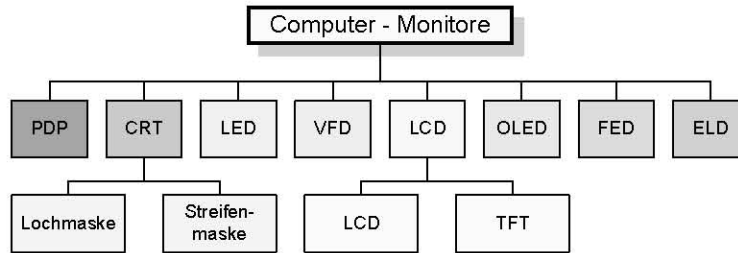


Übersicht



- PDP – Plasma Display Panel
- CRT – Cathode Ray Tube
- LED – Light Emitting Diode
- VFD – Vacuum Fluorescent Display
- LCD – Liquid Crystal Display
- TFT – Thin Film Transistor
- OLED – Organic Light Emitting Diode
- FED – Field Emission Display
- ELD – Electro Luminescent Display



LCD (Liquid Crystal Display)

Liquid Crystals (Flüssigkristalle) sind organische Substanzen, die aus lang gestreckten Molekülen bestehen.

Die Ausrichtung und das Verhalten dieser Moleküle wird von der Temperatur und elektromagnetischen Kräften beeinflusst.

Die Flüssigkristalle können in Abhängig von der Feldstärke die Polarisationsenebene des Lichtes drehen und somit neben hell und dunkel auch Graustufen darstellen.

LCD – Entwicklung:

- 1888: entdeckte der österreichische Botaniker Friedrich Reinitzer die LC's (Liquid Crystals)
- 1968: George Heilmeyer präsentierte das erste Display mit Flüssigkristallen
- 1983: in Japan 1. Kommerzielles Produkt vorgestellt
- 1993: spürbare Marktanteile (Hauptanteil waren Armbanduhren und Taschenrechner)
- Später: Einsatz in mobilen Geräte (Notebooks, Handy's, PDA's...)



LCD (Liquid Crystal Display)

LCDs gibt es heute in den vielfältigsten Anwendungen, insbesondere im mobilem Bereich



Prof. Dr.-Ing. W. Schmahwasser

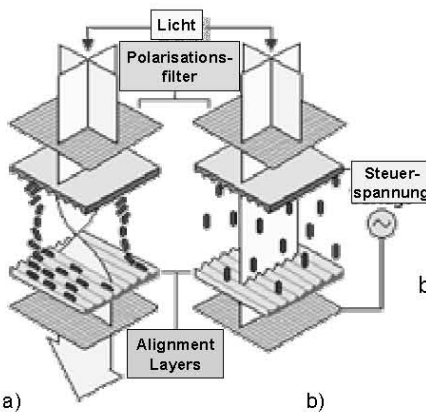
Hochschule Mittweida - Fachbereich: IT & ET



Aufbau u. Funktion eines LC - Displays

Quelle: Sharp

Die Flüssigkristalle befinden sich zwischen zwei Glasplatten mit Polarisationsfiltern



a) Die oberen Schichten (Polarisationsfilter u. Alignment-Schicht) sind um 90° gegenüber den unteren gedreht.

Die Kristalle werden durch die Rillen der Alignment-Schichten in eine Schraubenform gebracht.

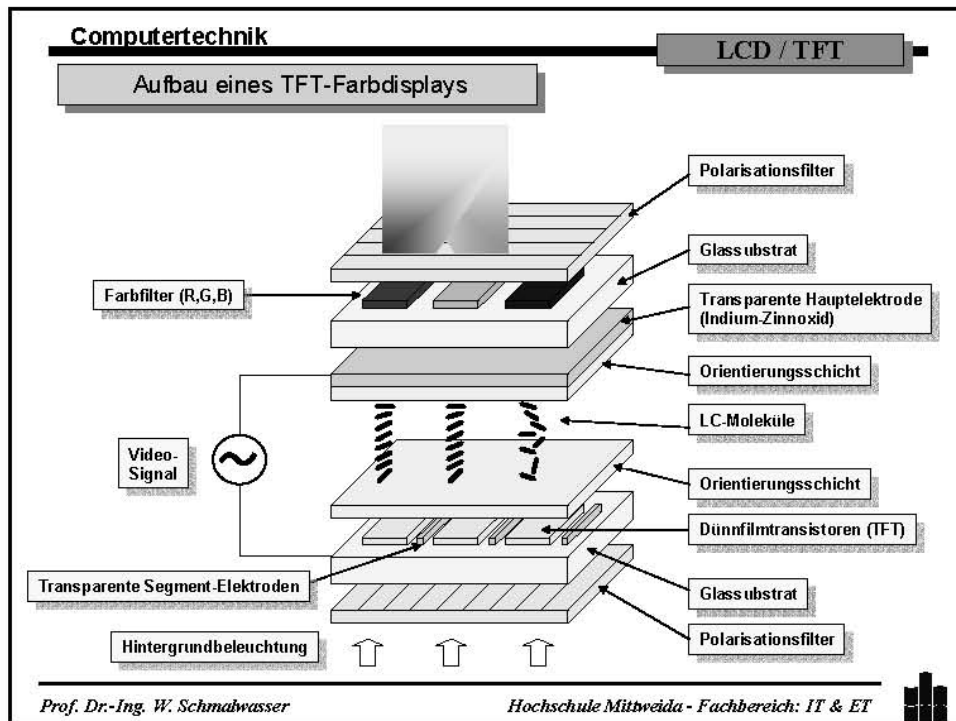
Das Licht wandert an den Molekülen entlang, dreht sich um 90°, kann somit das 2. Polarisationfilter verlassen und das Pixel erscheint **hell**.

b) Durch ein elektrisches Feld werden die Moleküle uniform ausgerichtet, das Licht wird nicht gedreht und kann somit das 2. Polarisationfilter nicht verlassen und das Pixel erscheint **dunkel**.

Prof. Dr.-Ing. W. Schmahwasser

Hochschule Mittweida - Fachbereich: IT & ET





Computertechnik **LCD / TFT**

LCD - u. TFT - Technologien

Bei LCDs wird zwischen zwei Technologien unterschieden:

- **STN-Display** (Super Twisted Nematic) – 90° Drehung
- **DSTN-Display** (Double Super Twisted Nematic) – 180° Drehung

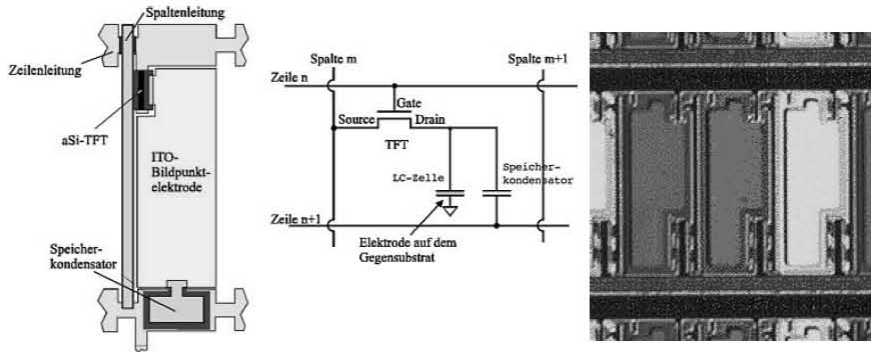
LCD - Displays beruhen auf einer passiven Matrix, die relativ träge reagiert, zu Geisterbildern und störenden Linien neigt. Sie werden kaum noch eingesetzt.

TFT - Displays (Thin Film Transistor)

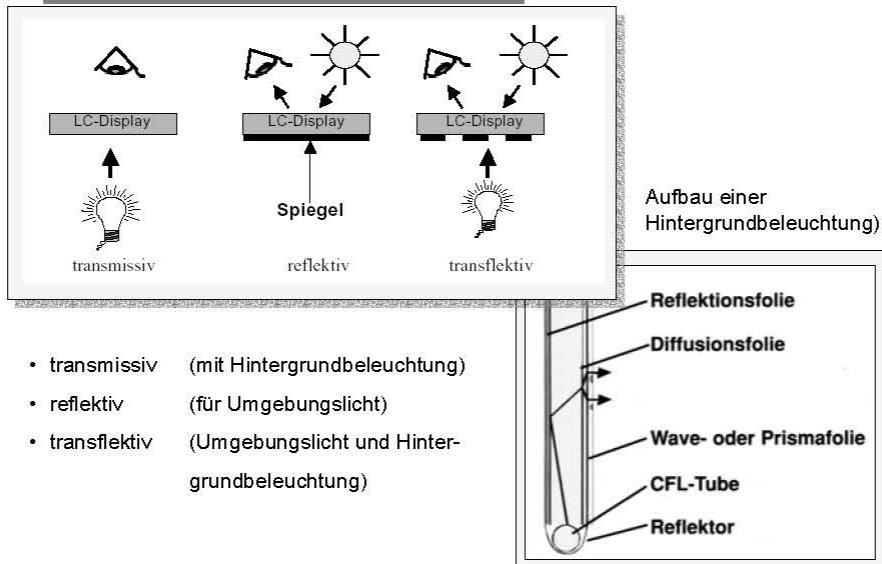
- Bei TFT-Monitoren wird eine aktive Matrix aus Dünnschichttransistoren eingesetzt. Deshalb werden diese auch als aktive Displays bezeichnet.
- Die Adressierung dieser Transistoren erfolgt über vertikale und horizontale Leitungen dieser Matrix.
- Die TFTs sind mit Kondensatoren kombiniert, die ihre Ladung über die gesamte Zeit eines Refresh-Zyklus behalten, so dass die Moleküle der Flüssigkristalle bis zu ihrer nächsten Ansteuerung unverändert bleiben.
- TFT's haben nur $\frac{1}{10}$ der Größe eines Subpixels

Prof. Dr.-Ing. W. Schmalwasser Hochschule Mittweida - Fachbereich: IT & ET

Aufbau von TFT - Farbzellen

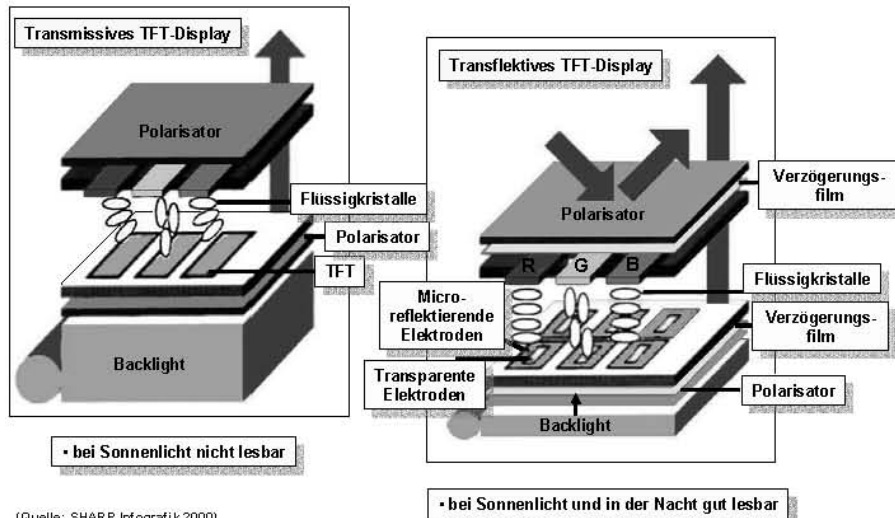


Arten von Beleuchtung von LCD/TFT



- transmissiv (mit Hintergrundbeleuchtung)
- reflektiv (für Umgebungslicht)
- transflektiv (Umgebungslicht und Hintergrundbeleuchtung)

transmissives und transflektives Display



(Quelle: SHARP Infografik 2000)

Kenngrößen von TFT-Displays

Auflösung:

Die Bildpunkte eines LCD/TFT sind fest angeordnet und definieren so die maximale und optimale Auflösung

Werden kleinere Auflösungen benötigt, muss die Elektronik das „kleinere“ Bild auf die maximale Größe des Displays hochskalieren. Ansonsten würde ein Rand um das Bild entstehen.

Ist der Skalierungsfaktor ganzzahlig, wird die Breite und Höhe der Pixel einfach entsprechend vervielfacht. Ist der Faktor nicht ganzzahlig, z.B. 1,28 bei der Hochrechnung von 800*600 auf 1024*768 ist die genaue und eindeutige Zuordnung zu jedem Pixel nicht mehr möglich. Hier muss die Elektronik entscheiden welche Bildpunkte angeschaltet werden. Besonders bei Schrift kann es bei falscher Zuordnung zu Verzerrungen kommen. Um diesen Effekt zu vermeiden, erhalten die Pixel, die nicht genau zugeordnet werden können, eine geringere Intensität.

Betrachtungswinkel:

Da das Licht mehrere Schichten durchdringen muss, unterliegt es einer gewissen Ausrichtung, so dass der größte Anteil senkrecht austritt.

Wird von der Seite auf das Display geschaut, erscheint das Bild dunkler oder es sind Farbverfälschungen erkennbar. Dieser Effekt wird durch ständig verbesserte Technologien stetig reduziert.

Kenngrößen von TFT-Displays

Helligkeit und Kontrast:

Die Helligkeit wird bei TFTs in Candela pro Quadratmeter angegeben. Helligkeitswerte zwischen 200 und 400 cd/m² sind ausreichend, höhere Werte würden zu Blendungen führen (CRTs verfügen dagegen nur über bis zu 120 cd/m²). Das Kontrastverhältnis ergibt sich aus dem größten und dem kleinsten Helligkeitswert. Die Werte liegen zwischen 250:1 und 400:1, hier gilt je höher desto besser.

Geschwindigkeit:

Da die Flüssigkeitskristalle eine enorme Trägheit besitzen, sind TFTs für schnelle Bewegungsabläufe weniger geeignet. Die Reaktionszeit (Response Time) der Flüssigkeitskristalle liegt bei etwa 10 bis 40 ms. Das kann z.B. dazu führen, dass schnelle Sequenzen verwischen.

Zuverlässigkeit:

In einem TFT-Display mit mehreren Millionen Transistoren können Pixelfehler auftreten, die sich dadurch bemerkbar machen, dass diese Stellen kein Licht durchlassen oder immer leuchten. Pixelfehler entstehen bereits bei der Herstellung und können nicht behoben werden. Sofern das Display nicht mechanisch beschädigt wird, erhöht sich die Anzahl der Fehler nicht. Deshalb sollte man bereits beim Kauf das Display genau in Augenschein nehmen.



Vor- u. Nachteile von LCD-/TFT-Displays

Vorteile:

- die Bildfläche wird effizienter ausgenutzt, z.B. entspricht ein 15 Zoll TFT- in etwa einem 17 Zoll CRT-Monitor
- die bei LCDs angegebene Bilddiagonale stimmt im Gegensatz zu CRTs immer mit der tatsächlich sichtbaren Bildfläche überein
- gestochen scharfe Bilder - aufgrund der Technologie treten keine Geometrie- und Konvergenzfehler auf
- LCDs weisen einen höheren Kontrast und geringere Reflexionen auf
- LCDs sind flimmerfrei
- energiesparend und strahlungsfrei
- LCD-Displays sind sehr platz sparend
- geringes Gewicht

Nachteile:

- schlechte Farbtreue
- die Bildqualität ist vom Blinkwinkel abhängig
- schlechte Bildqualität bei anderen, als der nativen Auflösung
- hohe Leistungsaufnahme durch Hintergrundbeleuchtung
- höhere Preise im Gegensatz zu CRT



TFT - Interfaces

TFT-Monitore gibt es mit analogen (**VGA-**) und digitalen (**DVI-**) Eingängen.

Bei analogen Eingängen muss das analoge Videosignal mittels eines **AD-Wandlers** wieder digitalisiert werden, was zu Verlusten führen kann, da das Signal zweimal gewandelt wird.

Bei digitalen Eingängen kann das digitale Videosignal direkt zur Ansteuerung der TFTs genutzt werden. Eine digitale Ansteuerung ist nur mit **DVI-Grafikkarten** (DVI = Digital Video Interface) möglich.

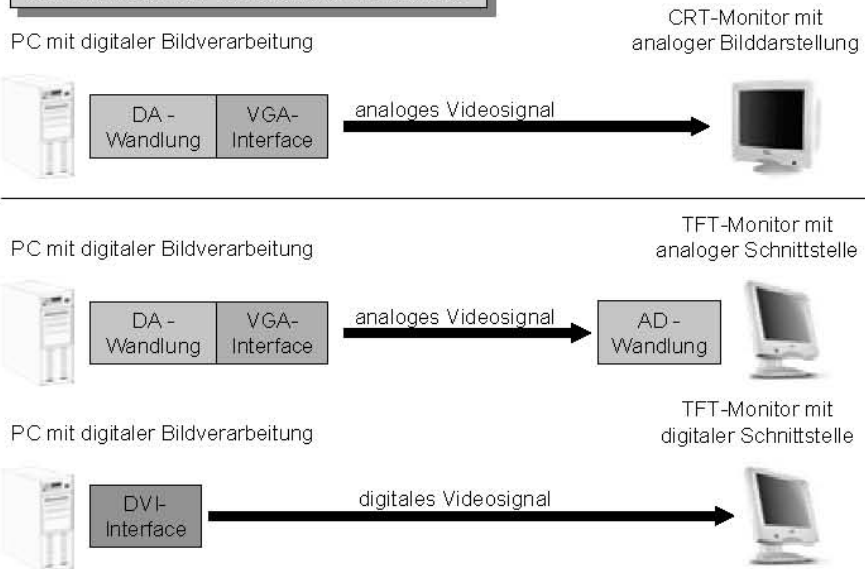
Man unterscheidet:

- **DVI (-D)** für rein digitale Videosignale und
- **DVI-I** für sowohl analoge, als auch digitale Videosignale

DVI-Connector
(24 pol.)



Schnittstellen zw. Grafikkarte und Monitor



Unified Display Interface (UDI – Interface)

- Der neue Display-Standard wurde Ende letzten Jahres beschlossen und soll den Sub-D-Analoganschluss sowie die noch junge HDMI-Buchse ablösen.
- Erste mit UDI-Schnittstelle ausgerüstete Geräte kommen frühestens 2007 auf den Markt.
- Das digitale Sichtgeräteinterface soll sich an HDMI und DVI anlehnen und rückwärtskompatibel sein.
- Der Kopierschutz HDCP wird ebenso implementiert.
- Die Mitglieder von UDI-SIG sind u.a. Apple, Samsung, Nvidia, LG Electronics, Intel, National Semiconductor und Silicon Image.



Die ISO 13406-2 Norm für LC-Displays

Die ISO 13406-2 Norm für LC-Displays sorgt für qualitative Transparenz auf dem Displaymarkt

Die wichtigsten Qualitätskriterien sind:

- Anzeigenleuchtdichte
- Kontrast
- Farbdarstellung
- Gleichmäßigkeit von Leuchtdichte und Farben
- Font-Analyse
- Flimmern
- Reflexionen
- Pixelfehler

Die Bewertung dieser genannten Eigenschaften fließt in drei Klassenzuordnungen ein, die im Rahmen der ISO-Zertifizierung explizit ausgewiesen werden:

- Blickwinkelklassen
- Reflexionsklassen
- Pixelfehlerklassen



Pixelfehlerklassen von LC-Displays

Mit der ISO 13406-2 wird für Transparenz gesorgt und dem Kunden ein klar definierter und somit vergleichbarer Garantieanspruch ermöglicht, indem Pixelfehlerklassen vorgegeben werden. Mit der Zuordnung zu einer Fehlerklasse verpflichten sich Monitorhersteller, dass diese Klasse in der Serienfertigung eingehalten wird.

Die Zuordnung zu den Pixelfehlerklassen erfolgt dabei zum einen über die Anzahl der Pixelfehler und zum anderen über deren Qualität, d.h. über den Fehlertyp. Die Pixelfehlerzahl ist dabei jeweils pro 1 Million Pixel definiert.

Fehlerklasse (pro 1 Million Pixel)	Typ1 (ständig leuchtend/weiß)	Typ2 (ständig nicht leuchtend/schwarz)	Typ3 (ständig leuchtend aber nicht leuchtend Stipfel, rot, grün, blau)
I	0	0	0
II	2	2	5
III	5	15	50
N	50	150	500

