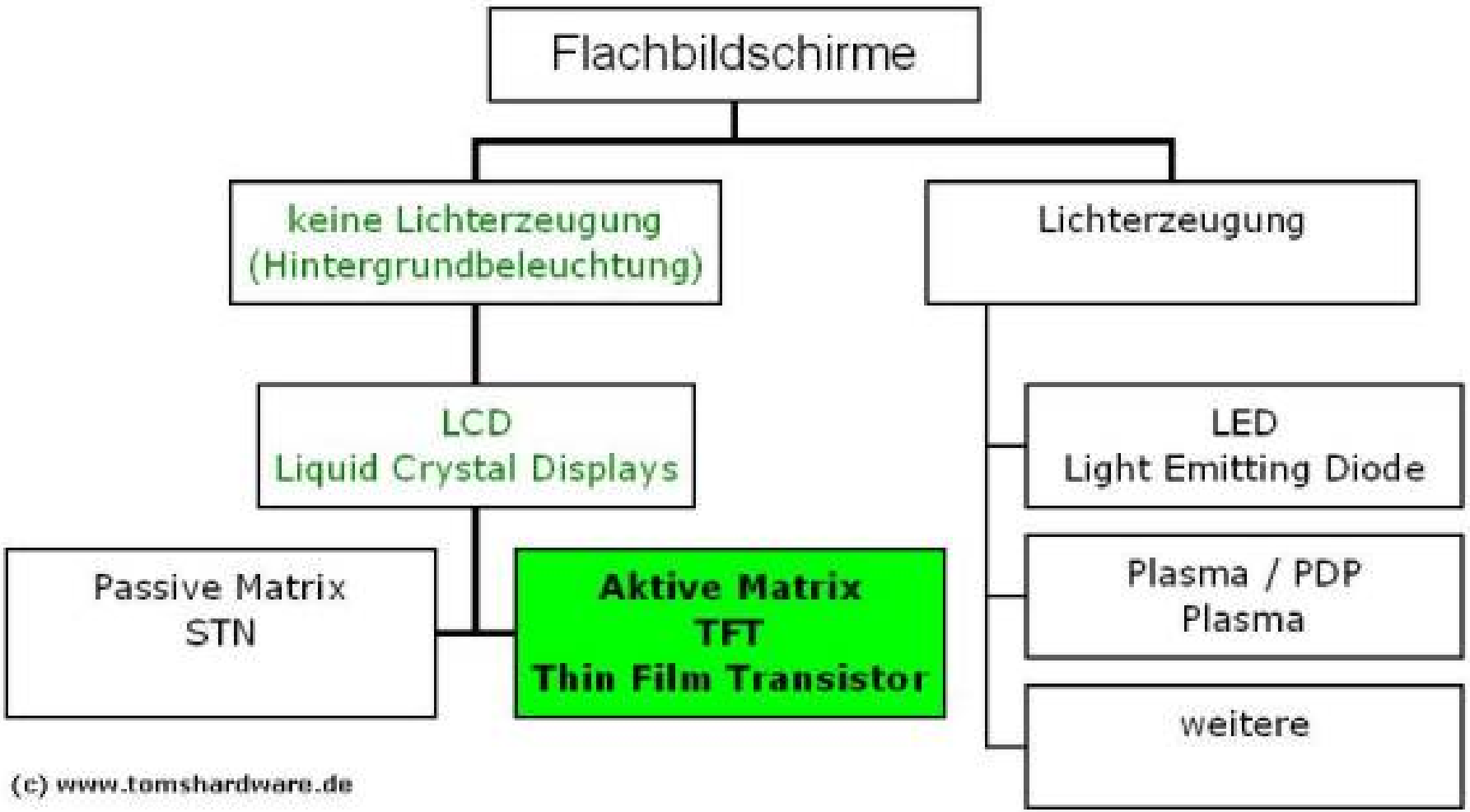
TFT-LC Displays

Dieter Schrottshammer, Dominik Schlager-Weidinger und Bernhard Ederer

Überblick

- Einteilung von Flachbildschirmen
- Chemie: Flüssigkristalle
- Technik
- Vorteile der TFT-Technologie
- Eigenschaften von TFTs
- ISO 13406-2
- Stärken und Schwächen von TFTs
- Paneltechnologien

Einteilung von Flachbildschirmen

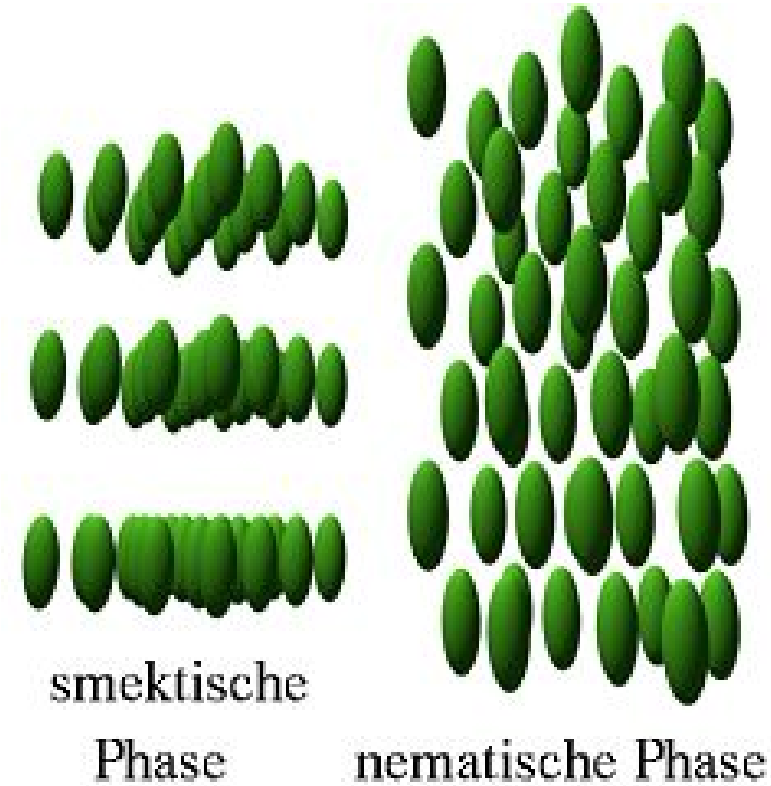


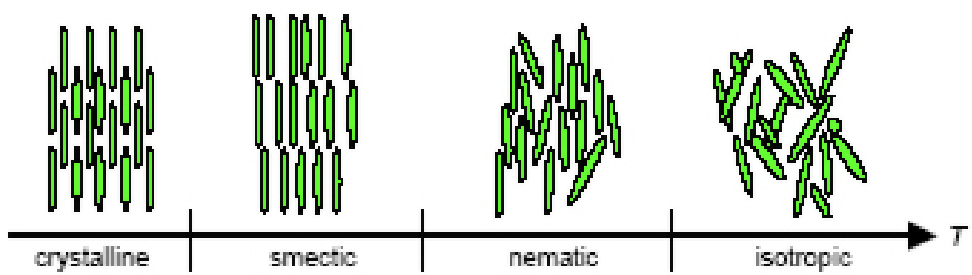
Chemie: Flüssigkristalle

- Entdeckung 1888.
- vierte Aggregatszustand: flüssigkristalliner Zustand.
- stäbchenförmige organische Molekülen.
- Ausrichtung und Verhalten der Moleküle kann durch Temperatur und elektromagnetische Kräfte beeinflusst werden.

Chemie: Flüssigkristalle

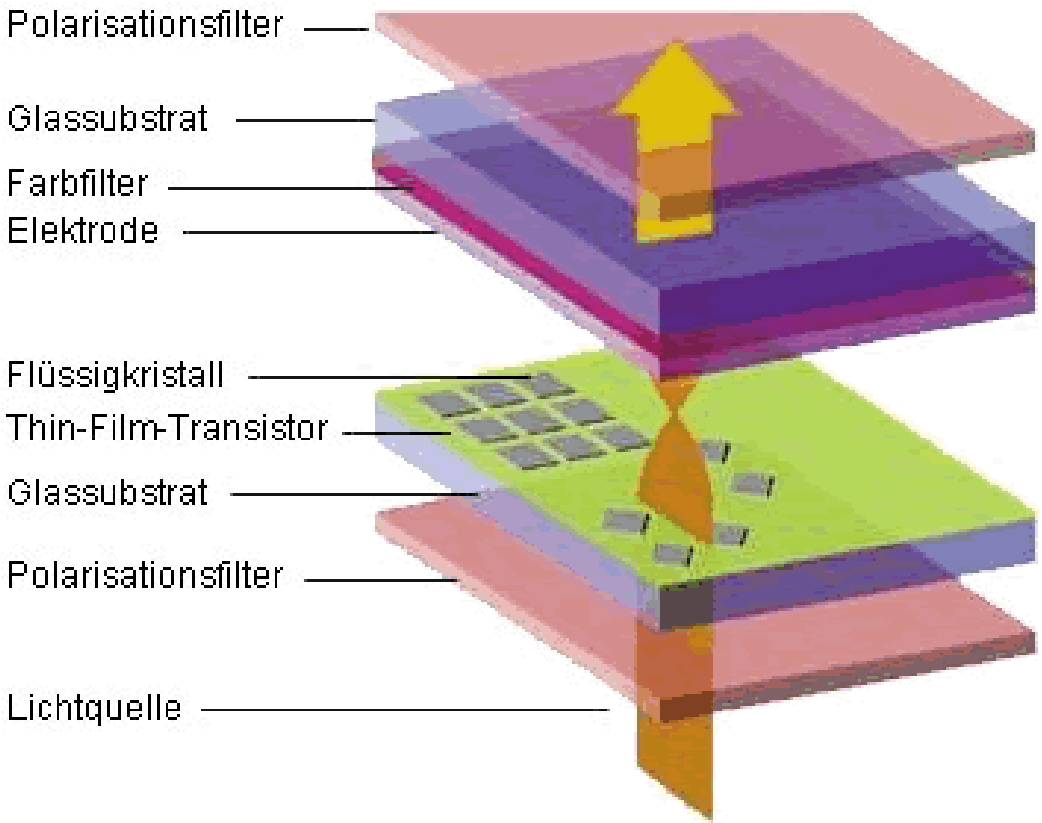
- einzelnen Moleküle ordnen sich hierbei in sehr regelmäßig Schichten an, wie bei einem Kristall.
- große Vorteil ist aber ihre verbleibende Beweglichkeit durch den flüssigen Aggregat-Zustand.
- Fähigkeit polarisiertes Licht zu führen.





Dieter Schrottshammer, Dominik Schlager-Weidinger und Bernhard Ederer

Die Schichten eines TFT-LC Displays

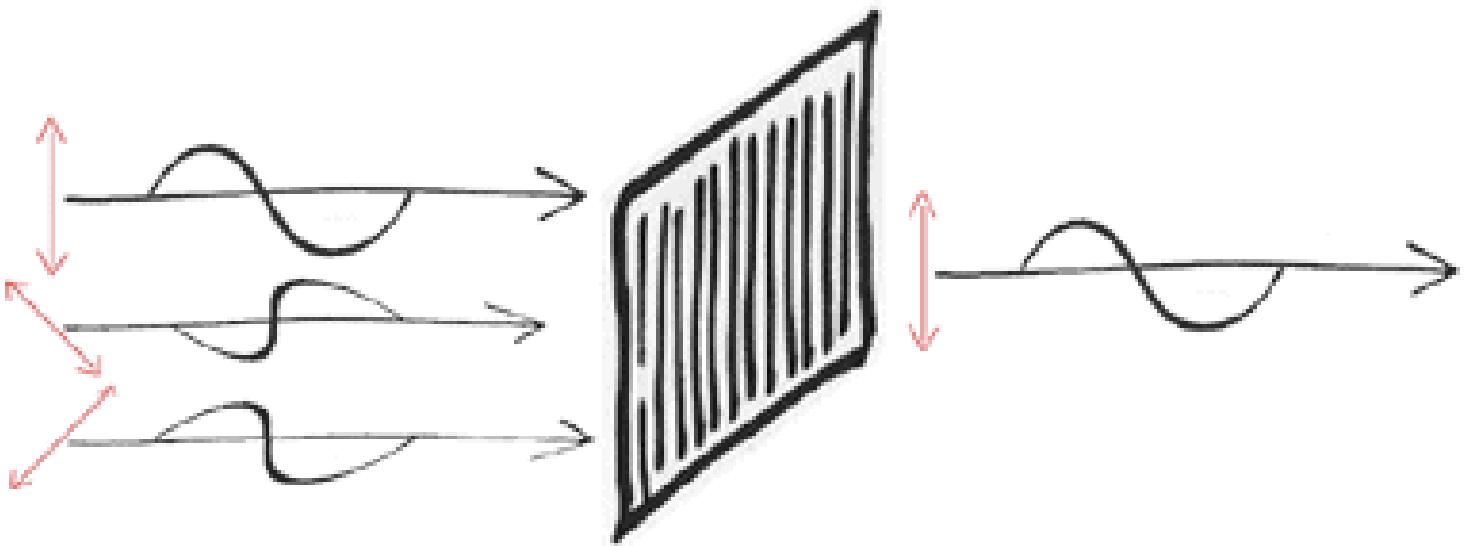


Technik

Hintergrundbeleuchtung

- mehrere Leuchtstoffröhren.
- Lichtleitende Plastikschicht, die eine optimale Helligkeit des Monitors gewährleistet.

Der erste Polarisationsfilter

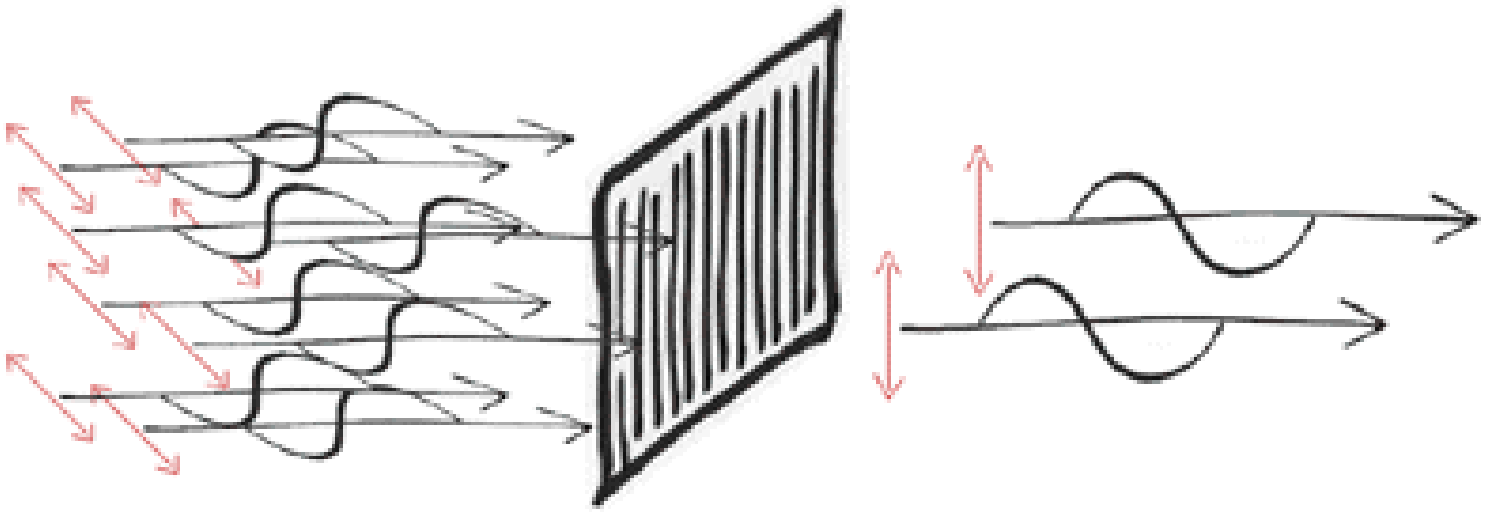


Polarisationsfilter

Licht mit in allen Richtung schwingenden Lichtwellen

Gefiltertes Licht, das nur noch in einer Richtung schwingt

Polarisation von Licht



Polarisationsfilter

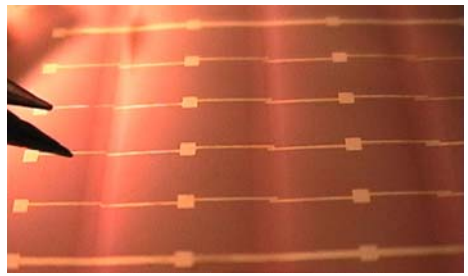
Polarisiertes Licht, das nur in einer Ebene schwingt

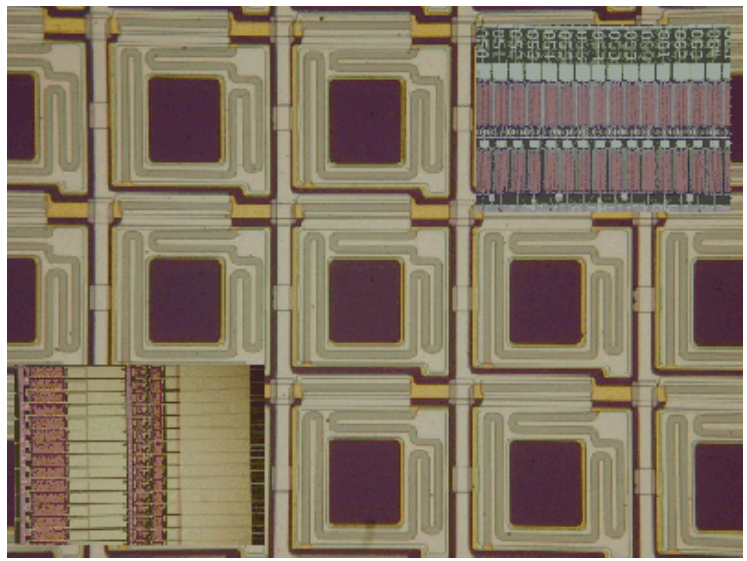
Reduzierte Lichtmenge

Technik

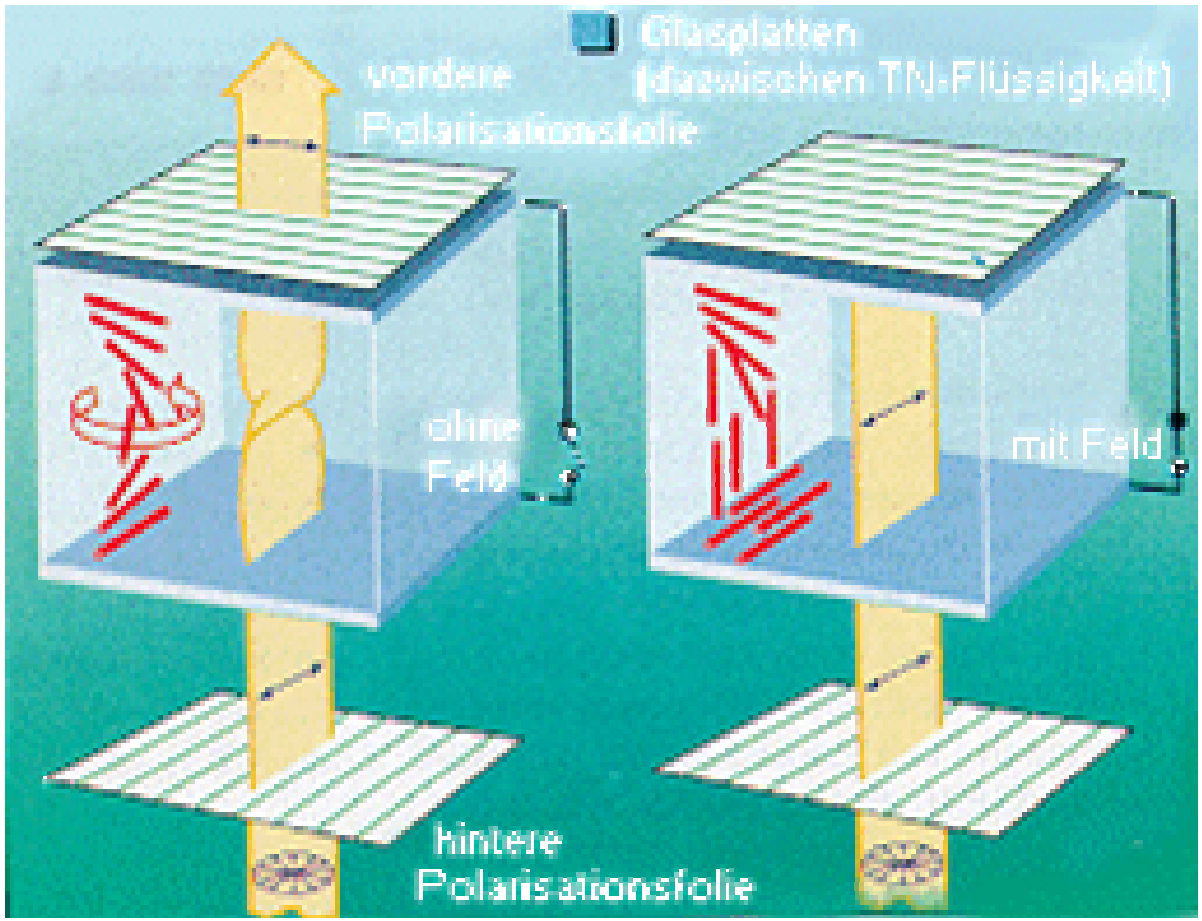
Transistoren

- Mit ihrer Hilfe lassen sich über Kondensatoren örtlich genau begrenzte, elektrische Felder aufbauen, die sich wiederum auf die Ausrichtung der Flüssigkristalle auswirken.



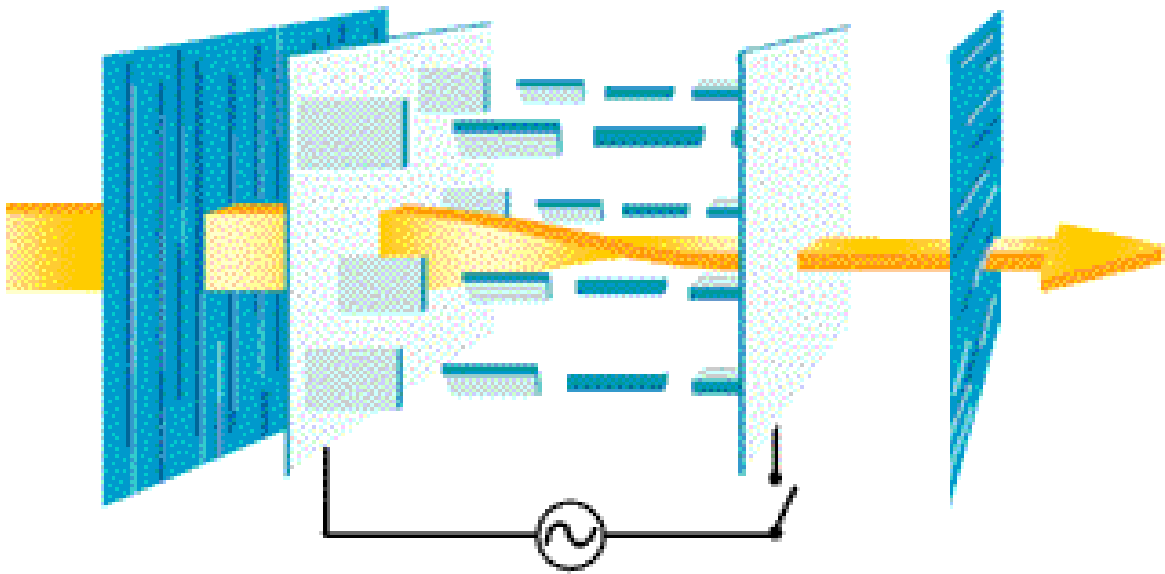


Die Flüssigkristallschicht



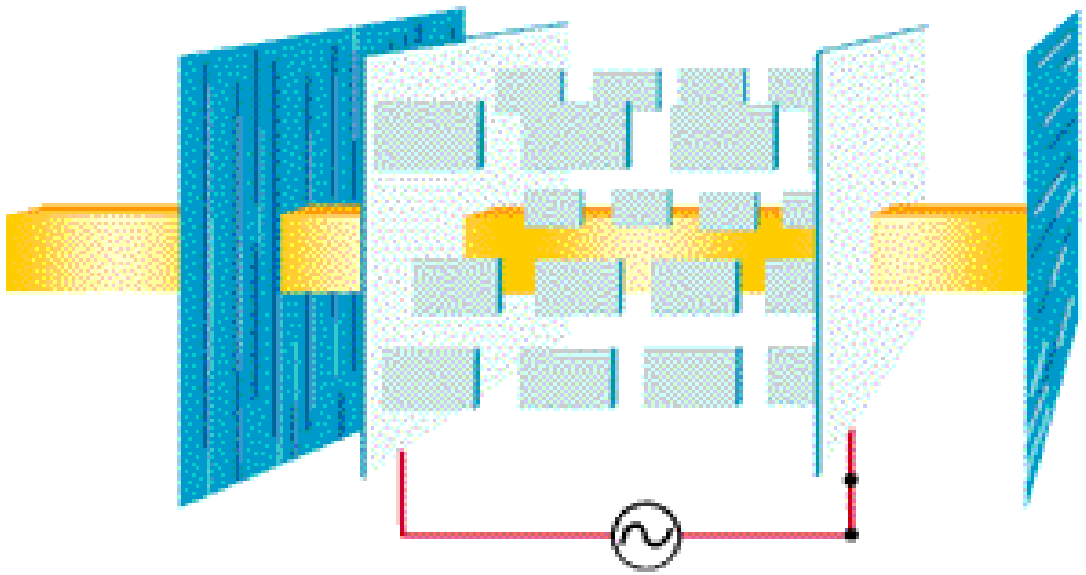
Die Flüssigkristallschicht

- ist keine Spannung angelegt richten sich die Flüssigkristalle spiralförmig aus → das polarisierte Licht kann den Analysator passieren.



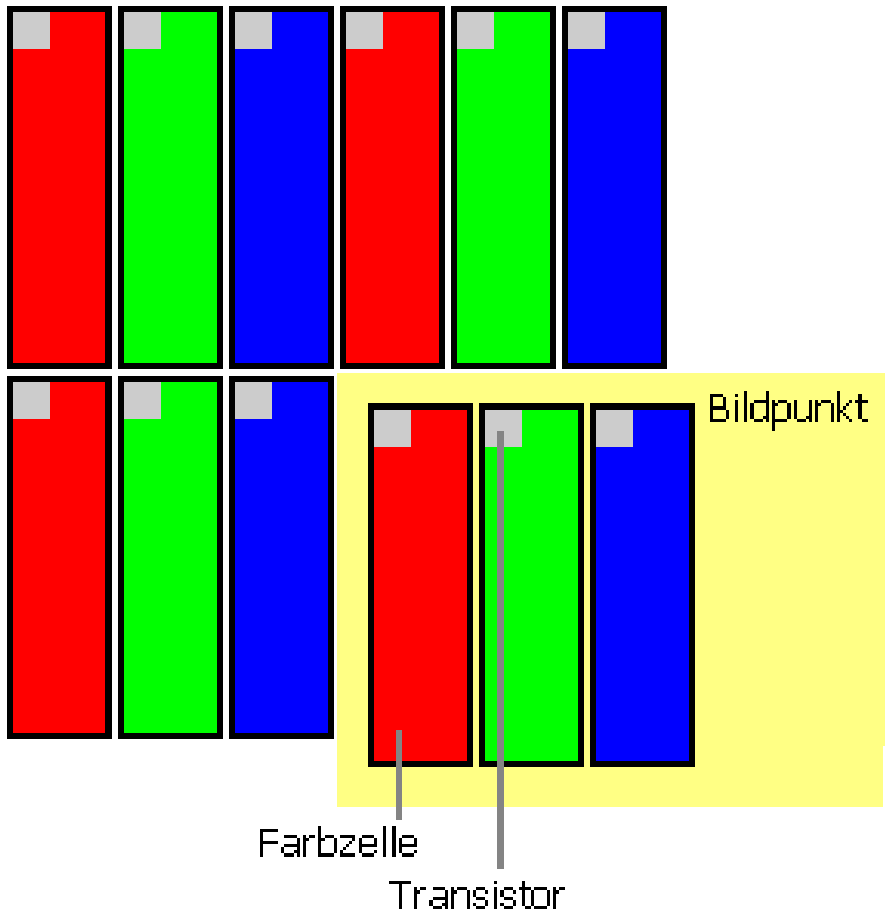
Die Flüssigkristallschicht

- ist Spannung angelegt richten sich die Flüssigkristalle vertikal aus → das Licht kann den Analysator nicht passieren.



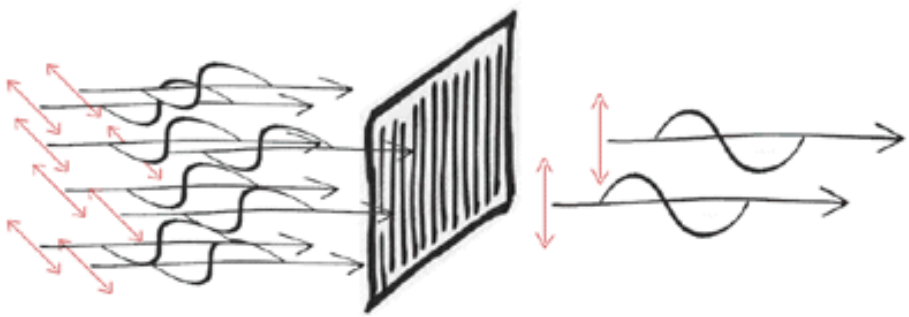
Der Farbfilter

- Nach der erfolgreichen Passierung der Flüssigkristall-Schicht fällt das Licht nun durch den Farbfilter.
- Durch die 3 Subpixel erfolgt die Rot-, Grün- oder Blau-Färbung.
- Jede andere Farbe lässt sich durch additive Farbmischung darstellen.



Der zweite Polarisationsfilter

- Je mehr das einfallende Licht in der Filterebene schwingt, um so mehr Licht lässt der Filter durch.
- Lässt der Filter das gesamte Licht durch, so ergibt sich ein weißer Bildpunkt. Verschluckt er es vollständig, so zeigt das Display an dieser Stelle einen schwarzen Punkt.



Polarisationsfilter

Polarisiertes Licht, das nur in einer Ebene schwingt

Reduzierte Lichtmenge

Vorteile der TFT-Technologie

- Aktiv-Matrix
- Thin Film Transistor
- schnellere nemantische Flüssigkeiten
- induktive Beeinflussung der dicht nebeneinander liegenden Leitungen wird vermieden.
- als Folge: höhere Kontraste, bessere Brillianz.

Eigenschaften von TFTs (1)

- Interpretation der Bilddiagonale
- Kontrastverhältnis
- Helligkeit
- Reaktionszeit (Response Time)
- Betrachtungswinkel
- Blickwinkelklassen
- Reaktionsverlauf

Interpretation der Bilddiagonale

CRT-Monitor	entspricht	TFT-Monitor
14 Zoll		12,1 Zoll
15 Zoll		13,8 Zoll
17 Zoll		15 Zoll
20 Zoll		18 Zoll

Eigenschaften von TFTs (1)

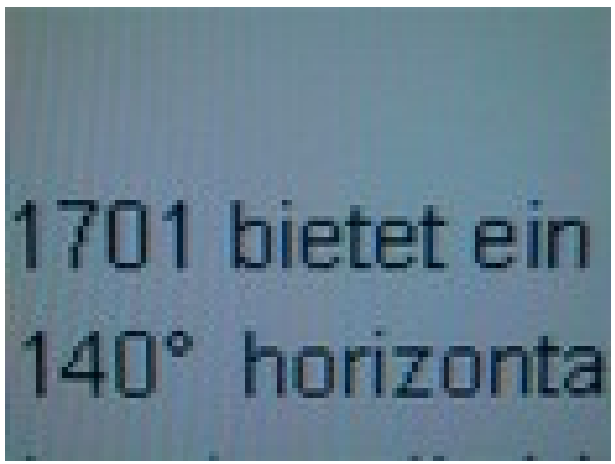
- Interpretation der Bilddiagonale
- Kontrastverhältnis
- Helligkeit
- Reaktionszeit (Response Time)
- Betrachtungswinkel
- Blickwinkelklassen
- Reaktionsverlauf

Eigenschaften von TFTs (2)

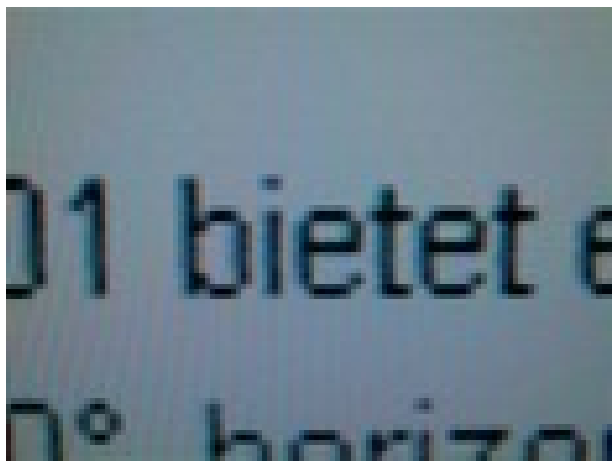
- Farbqualität
- Auto-Adjust
- Bildwiederholfrequenz
- Hintergrundbeleuchtung
- Interpolation
- Pivotfunktion

Interpolation

vorher:



nachher:



Eigenschaften von TFTs (2)

- Farbqualität
- Auto-Adjust
- Bildwiederholfrequenz
- Hintergrundbeleuchtung
- Interpolation
- Pivotfunktion

ISO 13406-2: Qualitätskriterien

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

ISO 13406-2: Qualitätskriterien

- Blickwinkelklassen
- Reflexionsklassen
- Pixelfehlerklassen

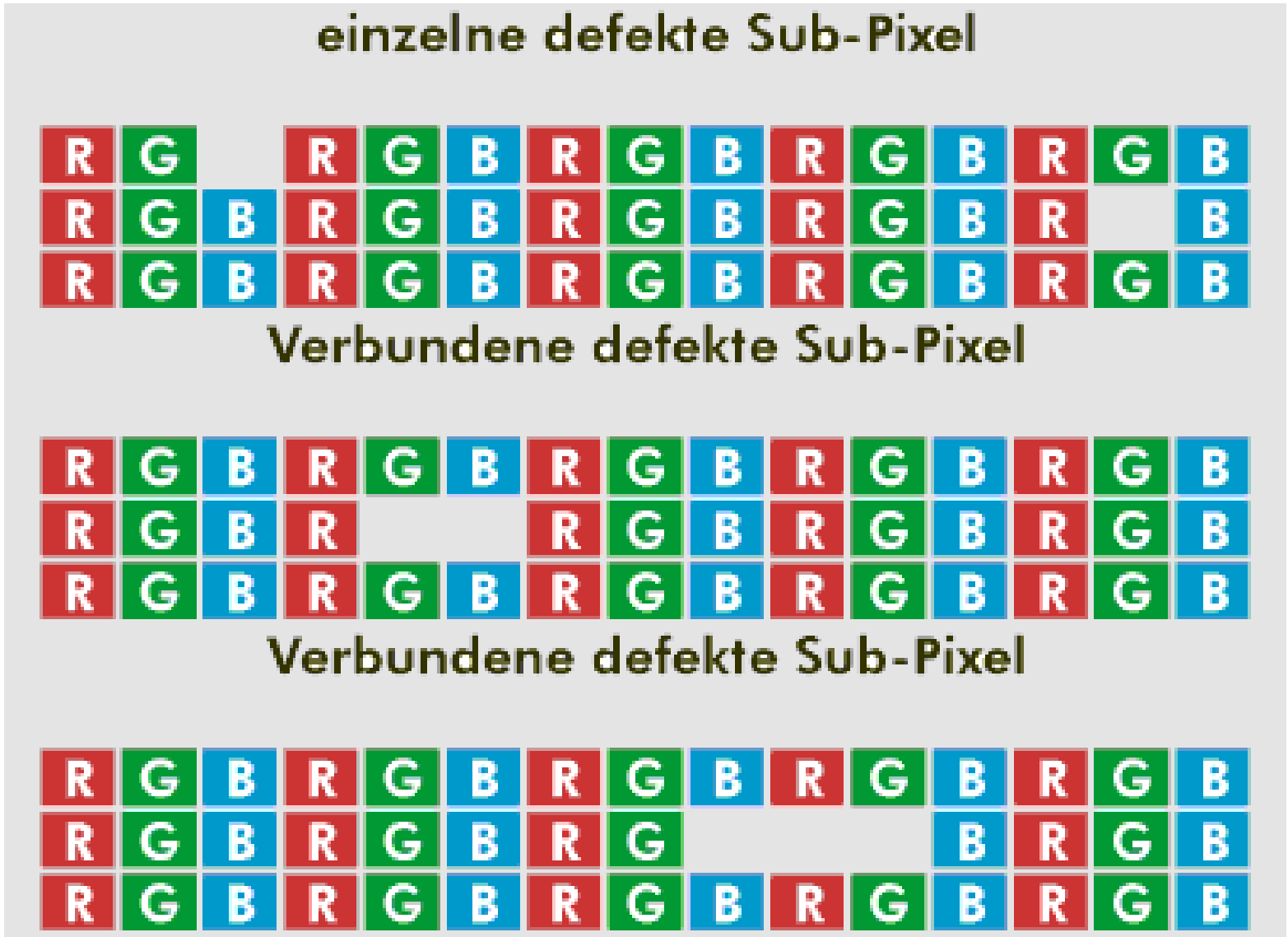
Pixelfehlerklassen

- Was definiert die Norm ISO 13406-2?
- Welche Bedingungen müssen bei der Messung der Pixelfehler erfüllt werden ?
- Wie kann man die Pixelfehlertoleranzen für die einzelnen Modelle errechnen?

Fehlertypen

Fehlertyp	Fehlerquelle	Auftreten
I	vollständig leuchtende Pixel	Weiß
II	vollständig nicht leuchtende Pixel	Schwarz
III	defekte Subpixel	ständig leuchtend oder ständig nicht leuchtend

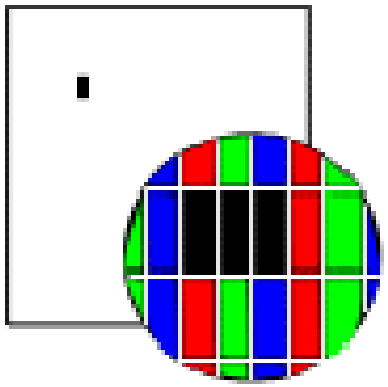
Defekte Sub-Pixel



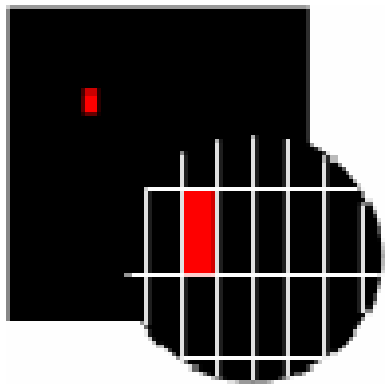
Pixelfehler je Klasse

Pixelfehlerklasse	**Maximal zulässige Anzahl der Fehler pro 1 Million Pixel**		
	Fehler **Typ 1**	Fehler **Typ 2**	Fehler **Typ 3**
I	0	0	0
II	**2**	**2**	**5**
III	5	15	50
IV	50	150	500

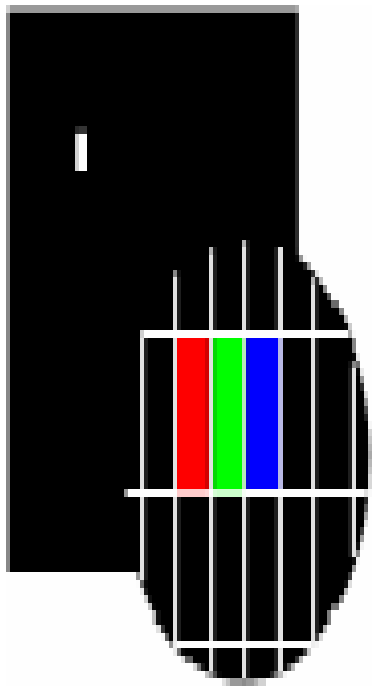
Pixelfehler je Klasse (Beispiele)

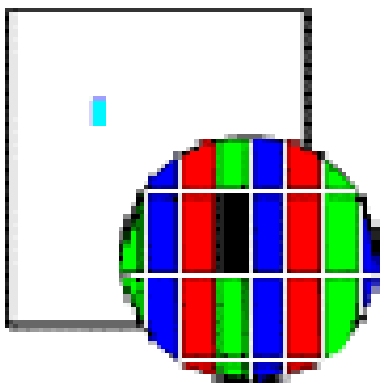


Typ 1

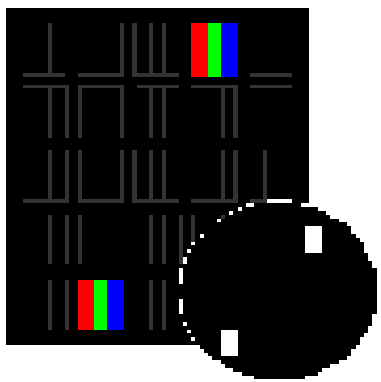


Typ 2





Typ 3

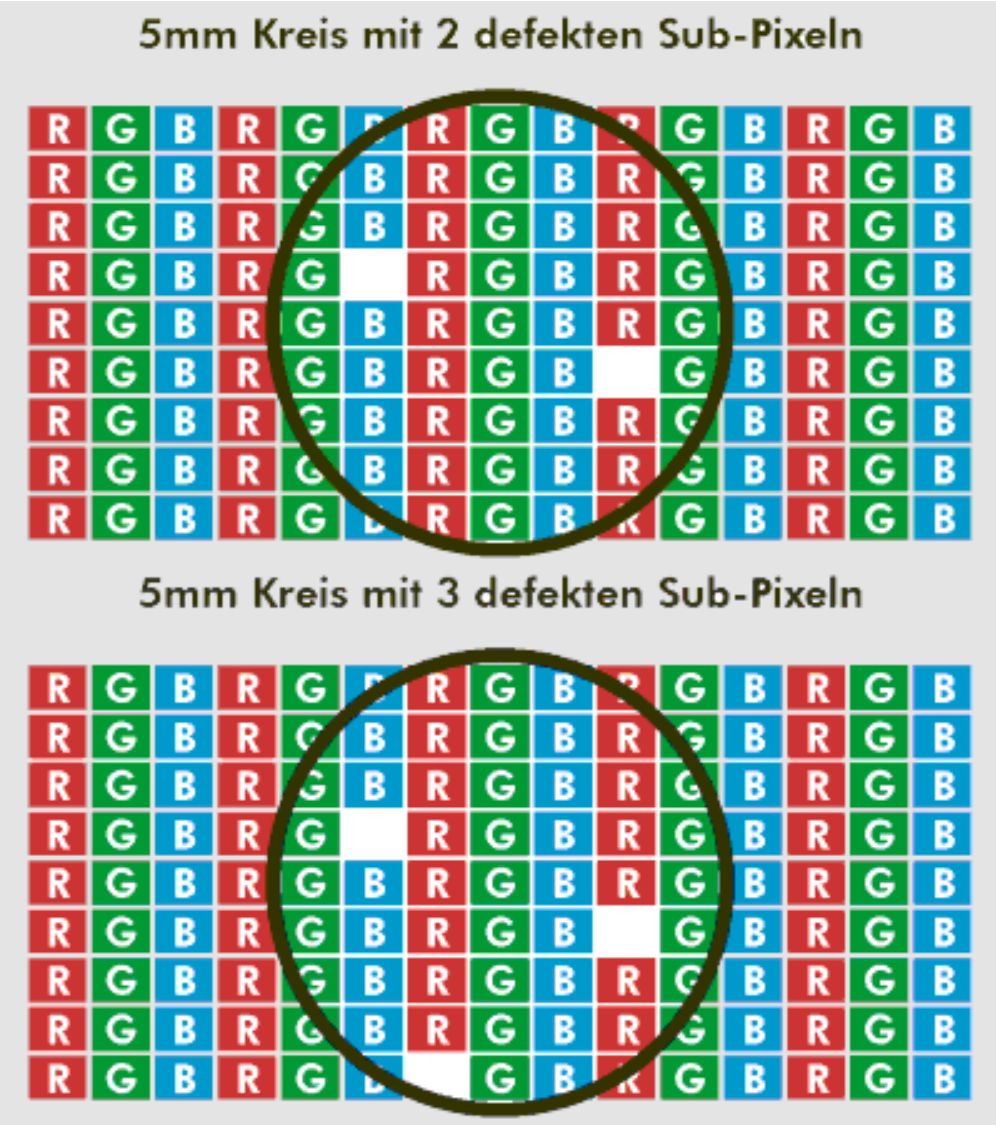


Typ 3

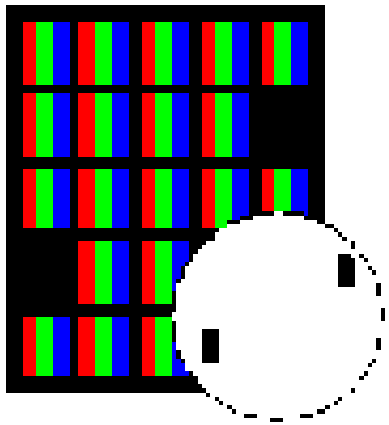
Clusterfehler

Pixelfehlerklasse	Maximal zulässige Anzahl der Fehler in einem Cluster pro 1 Million Pixel	
	Typ 1 und Typ 2	Typ 3
I	0	0
II	**0**	**2**
III	0	5
IV	5	50

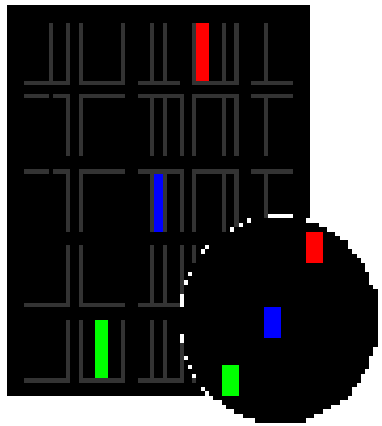
Defekte Sub-Pixel im Cluster



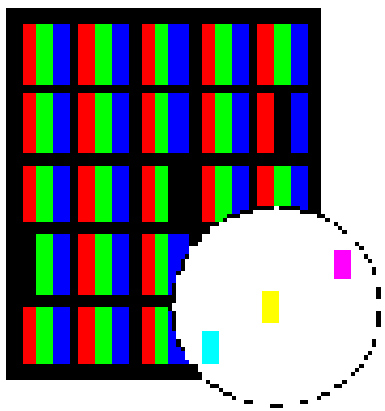
Pixelfehler je Cluster (Beispiele)



Typ 1



Typ 2



Typ 3

Typ 3

Messungsbedingungen

- Vorwärmphase des zu testenden Monitors > 1 Stunde
- Umgebungstemperatur 25°C +/- 5°C
- Relative Luftfeuchtigkeit 40-70%
- Test muss in einem dunklen Raum durchgeführt werden

Pixelfehlertoleranzen errechnen

Anzahl der Fehler =
(Anzahl der Fehler in der Norm x Anzahl der Pixel) / 1 000 000

Paneltyp	Pixelanzahl	Maximal zulässige Anzahl der Fehler für die **Pixelfehlerklasse II** gemäß **ISO 13406-2**				
		Typ 1	Typ 2	Typ 3	im Cluster Typ 1 und Typ2	im Cluster Typ 3
XGA	768 432	2	2	4	0	2
SXGA	1 310 720	3	3	7	0	3
UXGA	1 920 000	4	4	10	0	4

Stärken und Schwächen von TFTs

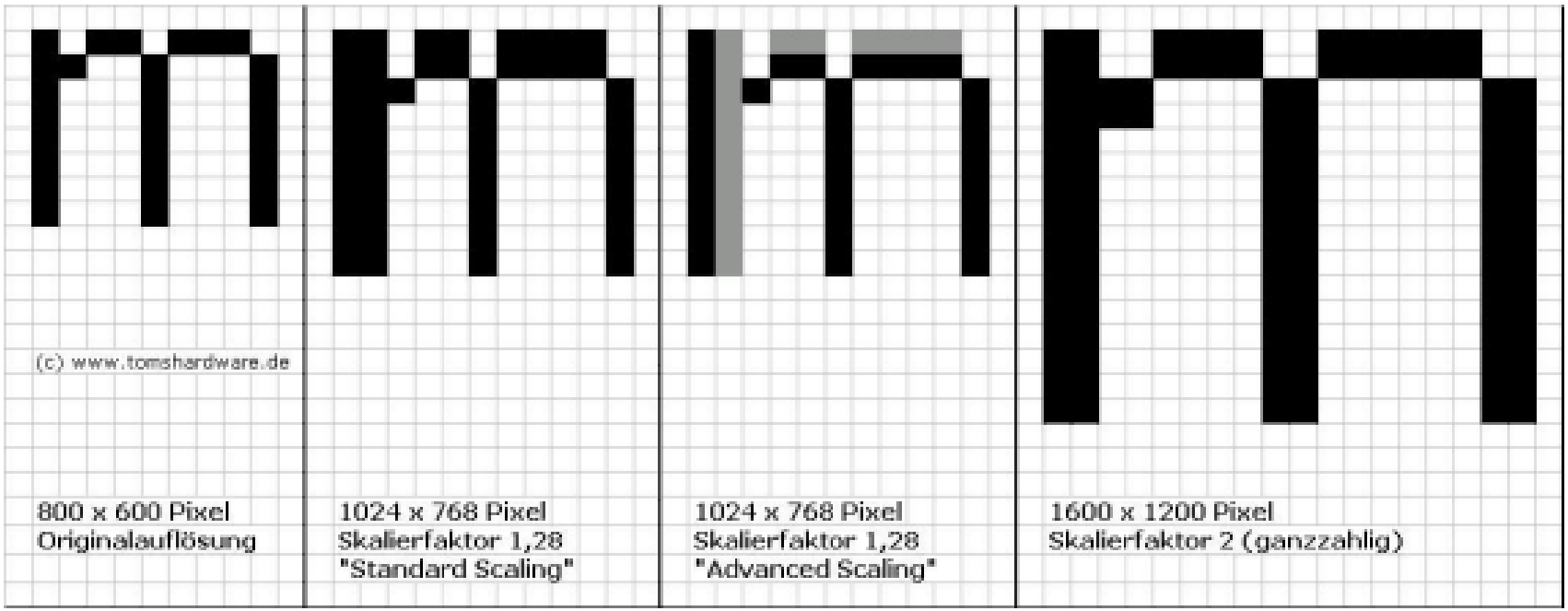
	Flachbildschirme (TFTs)	Röhrenbildschirme (CRTs)
Helligkeit	(+) 170 bis 250 cd/m²	(~) 80 bis 120 cd/m²
Kontrastverhältnis	(~) 200:1 bis 400:1	(+) 350:1 bis 700:1
Betrachtungswinkel (Kontrast)	(~) 110 bis 170 Grad	(+) über 150 Grad
Betrachtungswinkel (Farbe)	(-) 50 bis 125 Grad	(~) über 120 Grad
Konvergenzfehler	(+) keine	(~) 0,20 bis 0,30 mm
Schärfe	(+) sehr gut	(~) befriedigend bis sehr gut
Geometrie-/Linearitätsfehler	(+) keine	(~) möglich
Pixelfehler	(-) bis 8 Stück	(+) keine
Ansteuerung	(+) analog oder digital	(~) nur analog

Stärken und Schwächen von TFTs

	Flachbildschirme (TFTs)	Röhrenbildschirme (CRTs)
Skalierung bei unterschiedlichen Auflösungen	(-) nein oder durch minderwertiges Interpolationsverfahren	(+) sehr gut
Gamma (Farbanpassung für das menschliche Auge)	(~) befriedigend	(+) fotorealistisch
Homogenität	(~) oft an den Rändern heller	(~) oft in der Mitte heller
Farbreinheit/Farbqualität	(~) gut	(+) hoch
Flimmern	(+) nicht vorhanden	(~) ab 85 Hz nicht wahrnehmbar
Reaktionszeit	(-) 20 bis 30 ms	(+) nicht wahrnehmbar
Leistungsaufnahme	(+) 25 bis 40 Watt	(-) 60 bis 150 Watt
Platzbedarf/Gewicht	(+) geringe Tiefe, leicht	(-) hoher Platzbedarf, schwer
Störungen durch andere elektromagnetische Quellen	(+) keine	(-) ja
Anschaffungspreis	(-) sehr hoch	(+) günstig

Stärken und Schwächen von TFTs

Skalierfehler

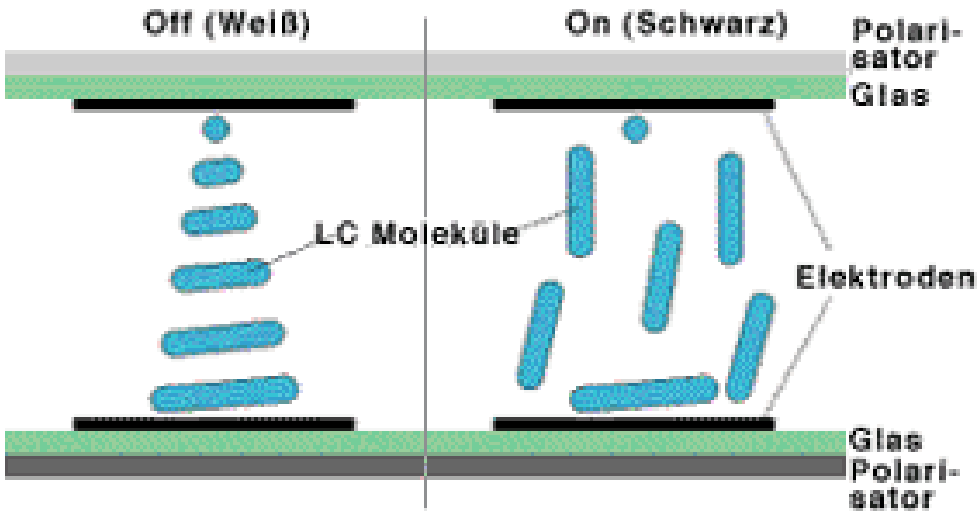


Paneltechnologien

- TN+Film (Twisted Nematic + Film)
- IPS (In Plane Switching)
- MVA (Multi Domain Vertical Alignment)

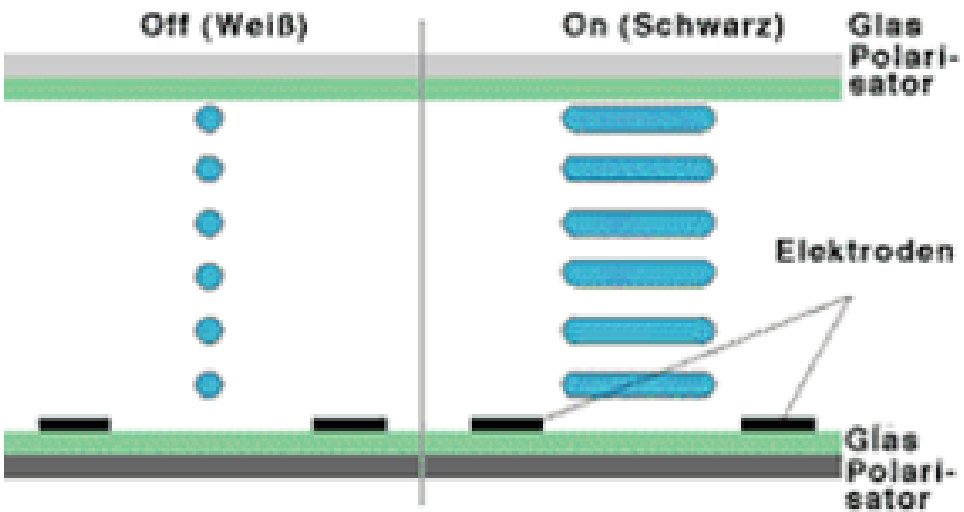
Paneltechnologien

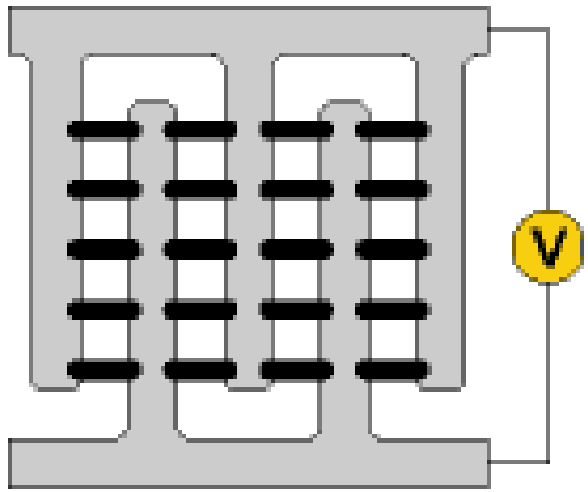
TN+Film



Paneltechnologien

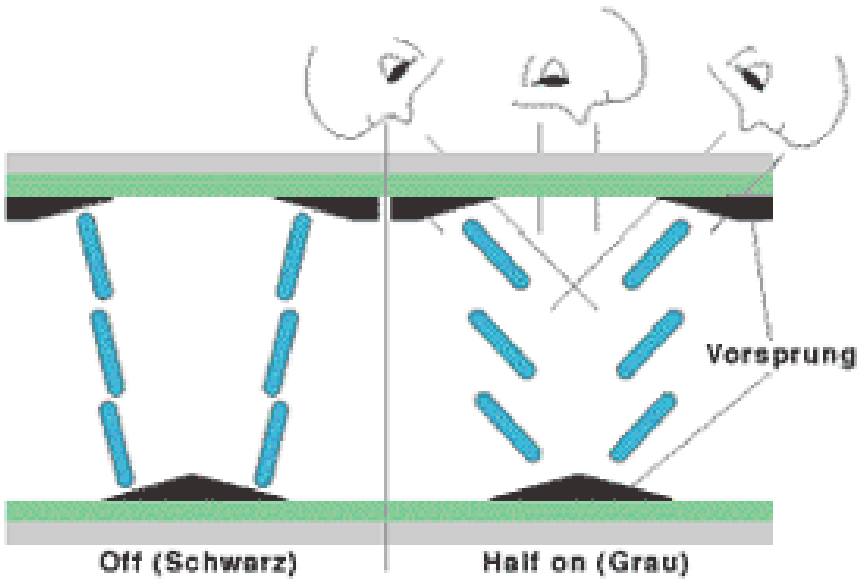
IPS





Paneltechnologien

MVA



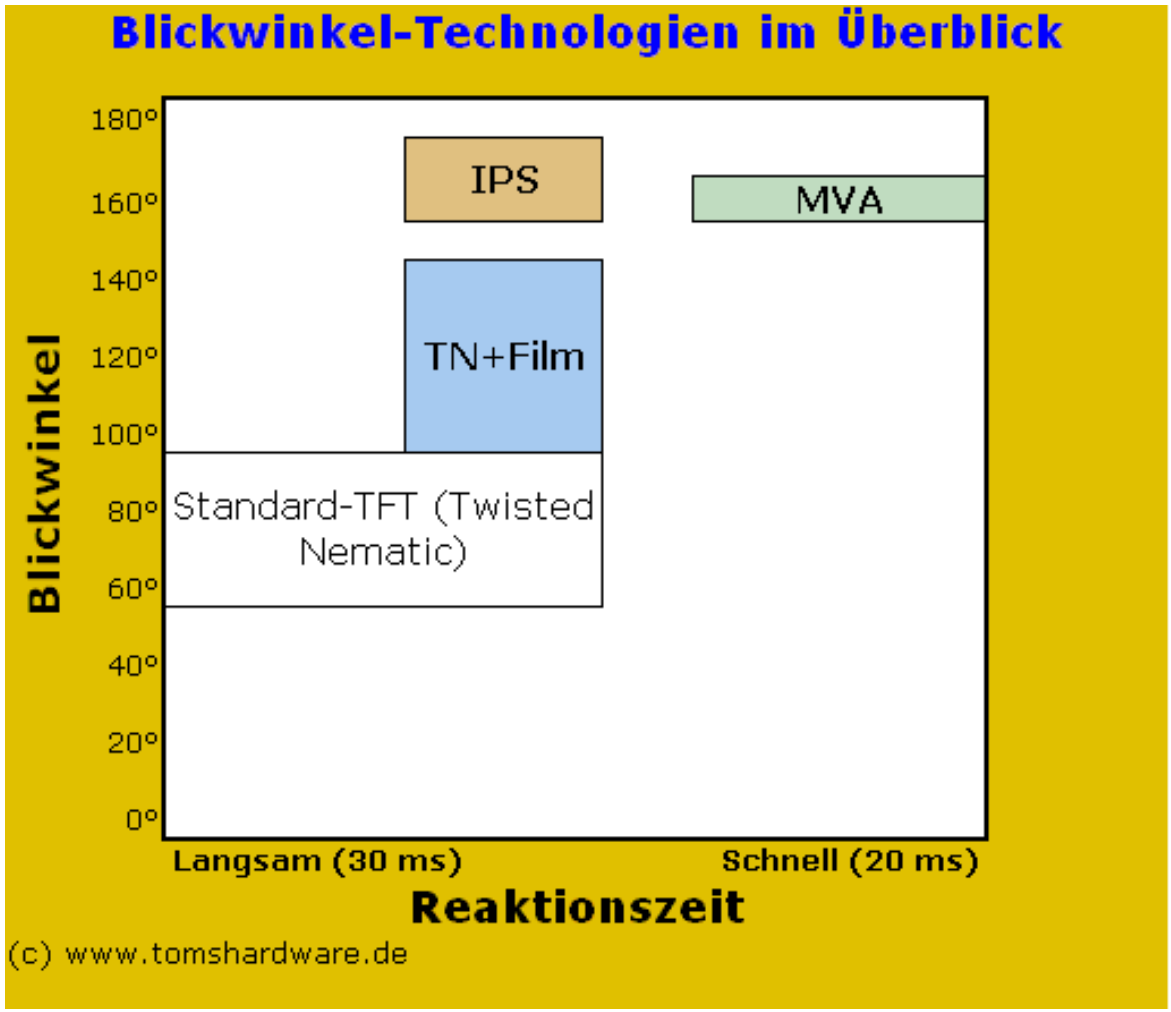
Paneltechnologien

Gegenüberstellung

Technologien	Blickwinkel Horizontal	Blickwinkel vertikal	Kontrast	Reaktionszeit
TN+Film	90 bis 140°	55 bis 100°	gut	gut
IPS	140 bis 170°	140 bis 170°	gut	befriedigend
MVA	150 bis 160°	150 bis 160°	sehr gut	sehr gut

Paneltechnologien

Gegenüberstellung



Danke für Ihre Aufmerksamkeit!