



# Flüssigkristallanzeigen

DTSM – 3. Klasse IT/APC

# Definitionen

- LCD - Liquid Crystal Display
  - Flüssigkristallbildschirm bzw. Flüssigkristallanzeige
  - Wenn elektrische Spannung angelegt wird, ändern Flüssigkristalle ihre Ausrichtung und Licht wird durchgelassen
- LCDs sind in Segmente (=Pixel) aufgeteilt, die unabhängig voneinander angesteuert werden
- Segment-Anzeigen
  - sollen nur bestimmte Zeichen dargestellt werden haben die Segmente oft eine spezielle Formen, (z.B. bei Uhren - Sieben-Segment-Anzeige

# Bestandteile von LCDs

- Flüssigkristalle
  - Flüssig - Kristalle können sich bewegen  
  
( nematisch – orientieren sich parallel zueinander entlang eines elektrischen Felds)
  - Fest - Kristalle brechen Licht
- 2 Glas oder Kunststoff-Scheiben mit „Orientierungsschicht“
  - Sind im  $90^\circ$  Winkel zueinander angeordnet
  - Flüssigkristalle richten sich danach aus
  - Kristalle bilden eine Helix

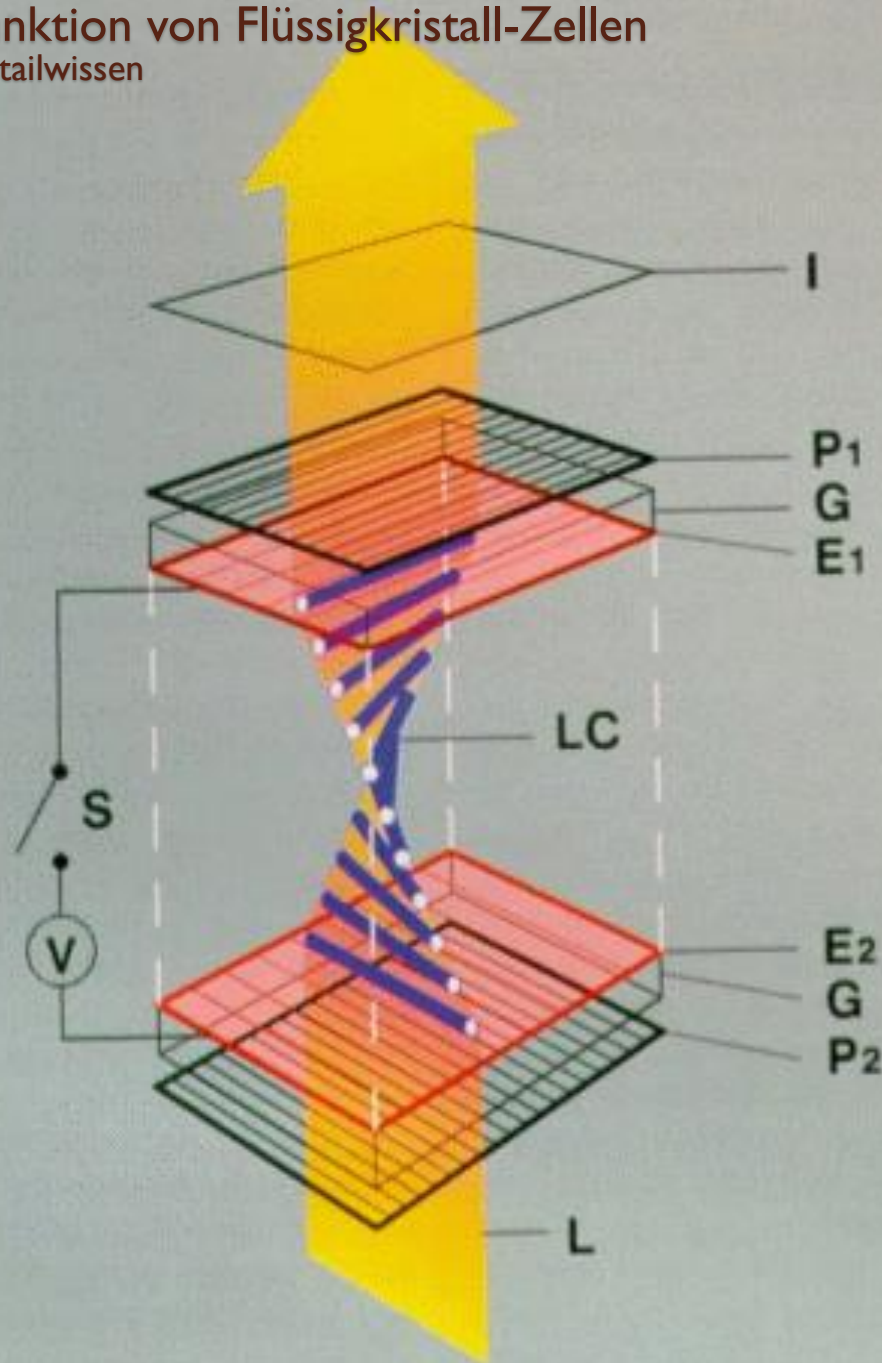
# Bestandteile von LCDs

- 2 Polarisationsfilter
  - Das Licht wird nur in einer Wellenausrichtung (vertikal oder horizontal) durchgelassen
  - Restliches Licht ausgefiltert
  - Beide Filter sind ebenfalls im  $90^\circ$  Winkel zueinander ausgerichtet – wie die Orientierungsschichten!

# Funktion von Flüssigkristall-Zellen

## Basiswissen – Heller oder dunkler Lichtpunkt

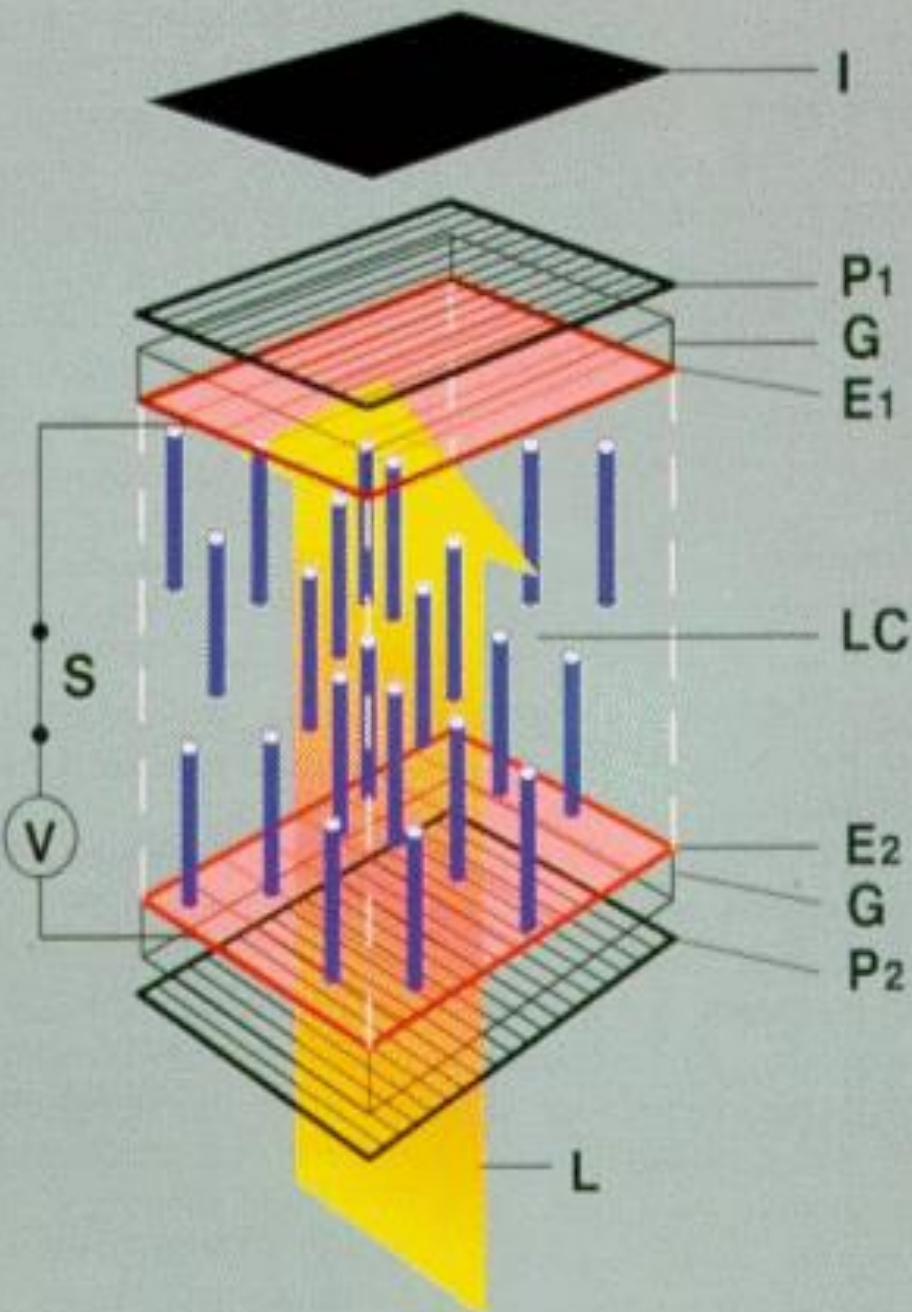
- Heller Lichtpunkt
  - Flüssigkristalle im Ruhezustand (Helix-Form)
    - Brechen das Licht um  $90^\circ$
  - Licht geht durch die beiden Pol-Filter und Flüssigkristalle durch und oben raus
- Dunkler Lichtpunkt
  - Flüssigkristalle durch elektrisches Feld anders ausgerichtet – brechen Licht NICHT
  - Licht geht gerade durch Zelle durch und wird vom oberen Filter blockiert



## Twisted-Nematic-Zelle

„Ruhezustand“ > Hell

- Ruhezustand – kein Strom
- Oberer Polarisationsfilter (P<sub>1</sub>) und unterer Filter (P<sub>2</sub>) stehen im 90° Winkel zueinander
- Flüssigkristalle sind waagerecht in Helix-Form ausgerichtet (nach oberer und unterer Scheibe)
- Kristalle brechen Licht im 90° Winkel
- Licht wird im zweiten Filter durchgelassen
- Zelle ist transparent (I)

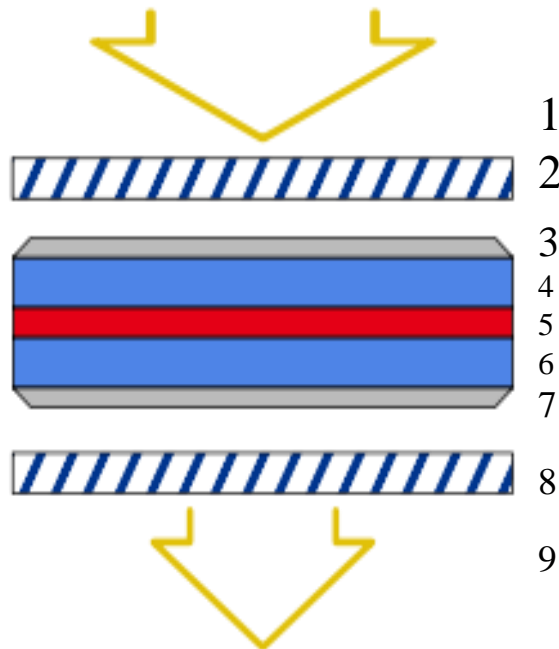


# Twisted-Nematic-Zelle

- Zwischen Elektroden (E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>) liegt Strom an > elektr. Feld
- Flüssigkristalle richten sich zwischen den Elektroden aus
- Kristalle stehen senkrecht zur Lichtrichtung
- Licht wird nicht gebrochen
- Zweiter Polarisationsfilter lässt kein Licht mehr durch
- Zelle ist dunkel (I)

# TN-Zelle heute

- „TSTN“
  - **T**riple **S**uper **T**wisted **N**ematik
  - Zusätzliche Farbfilter
  - Alias: TN, Film-TN

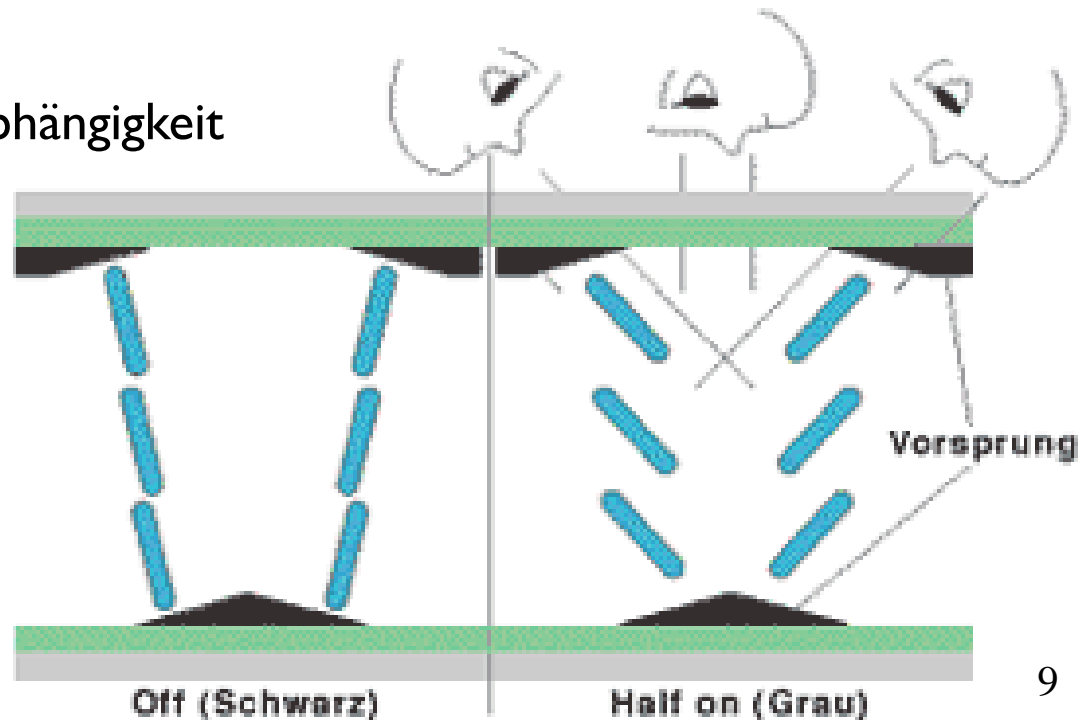


- Beleuchtung (1)
- hinterer Pol-Filter (2)
- hinterer Farbfilter (3)
- hintere Glasscheibe (4)
- TN-Flüssigkristall-Zelle (5)
- vordere Glasscheibe (6)
- vordere Farbfilter-Folie (7)
- vorderer Polarisator (8)
- Licht tritt farbig aus (9)



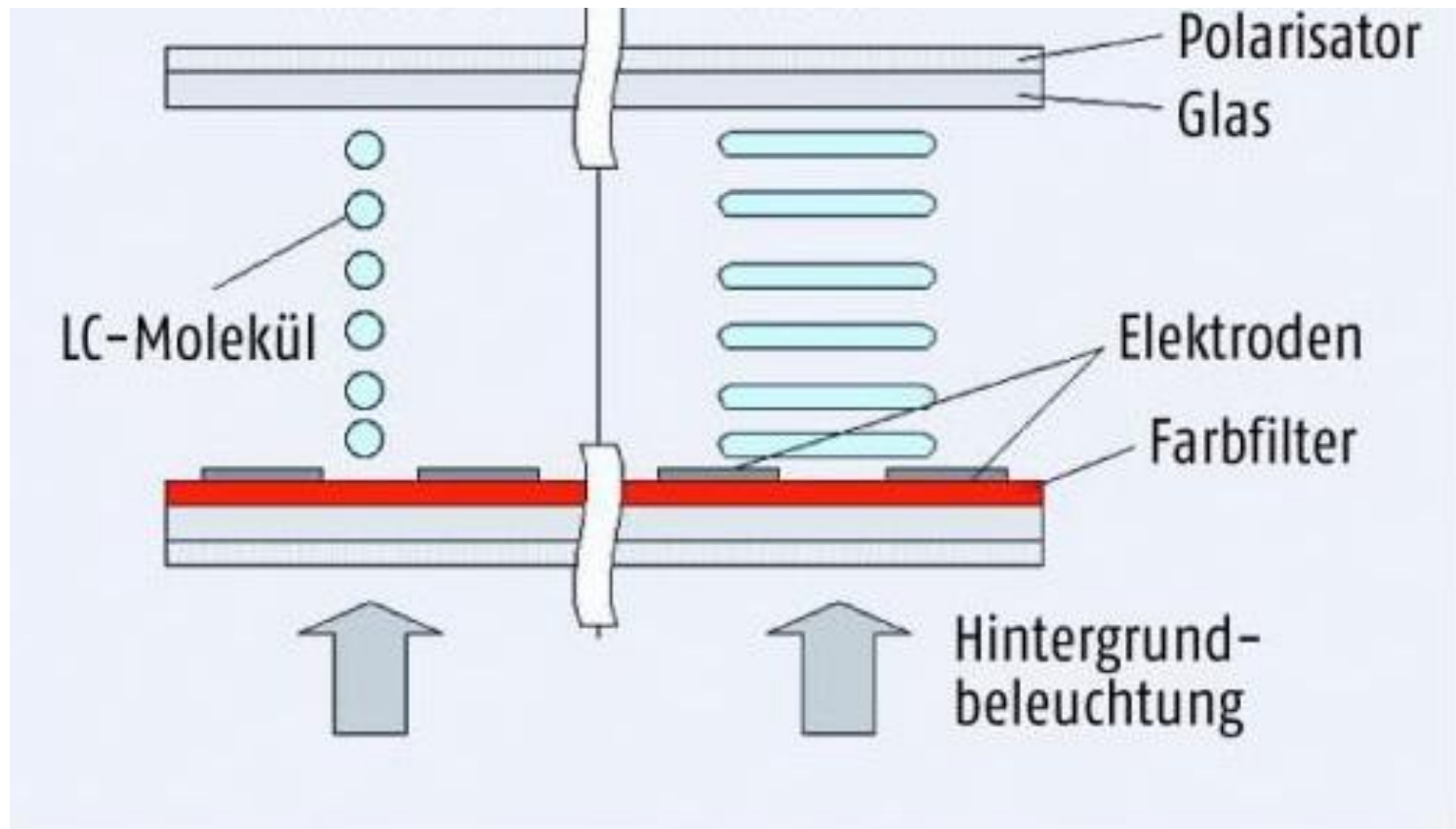
# Weitere Techniken

- PVA/MVA (Patterned Vertical Alignment)
  - Elektroden sind schräg angeordnet
  - Ausrichtung der Kristalle im Ruhezustand beinahe senkrecht = Zelle dunkel
  - Vorteile:
    - Farbtreue
    - Blickwinkel-Unabhängigkeit



# Weitere Techniken

- IPS - **In-Plane-Switching**

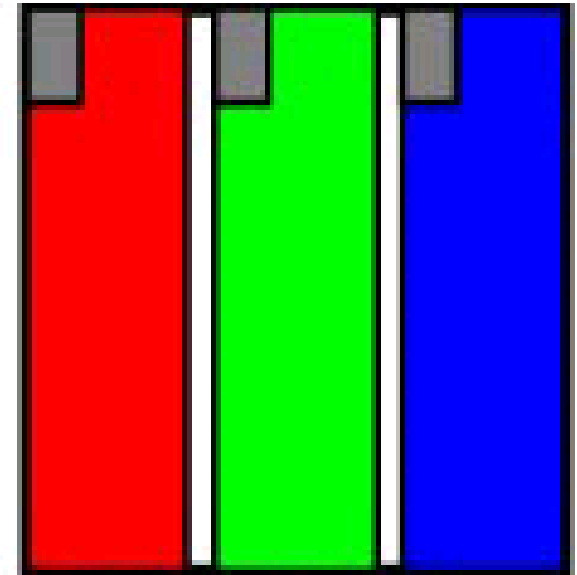


# Weitere Techniken

- **IPS - In-Plane-Switching**
  - Im Ruhezustand dunkel
  - Kristalle sind in einer Ebene ausgerichtet („in plane“)
  - Spannung dreht sie um  $90^\circ$  in der Ebene/Waagerechten
    - Licht kann durch die Polarisationsfilter durch
  - bessere Farbtreue und Kontrast
  - höhere Blickwinkel-Unabhängigkeit
  - Manchmal höherer Stromverbrauch
    - >> Grund: stärkeres Licht benötigt!
  - (es gibt aber Sonderformen mit transparenten Elektroden!)

# Erzeugung des Lichts

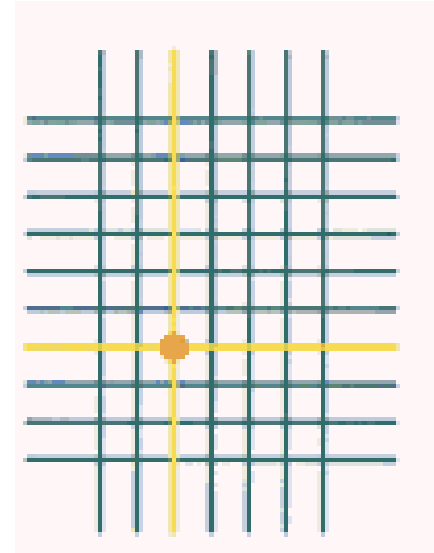
- Die Hintergrundbeleuchtung wird gefiltert um die Grundfarben der Zellen (rot, grün und blau) zu gewinnen.
- Drei Zellen sind zeilenweise für jeweils einen Farbpunkt zuständig
- Durch additive Farbmischung mehrerer Farbpunkte (RGB) entsteht der Farbeindruck
- Zusätzliche Farben erweitern Farbraum (RGBY – mit Gelb ) oder verbessern die Helligkeit (Bsp: RGBW – mit Weiß )



# Ansteuerung der Bildzellen

- Passiv-Matrix-Technik

- Strom wird auf Zeile und Spalte angelegt
- Höherer Strom am Schnittpunkt
  - Kristalle werden ausgerichtet
- Langsam, ungenau - veraltet



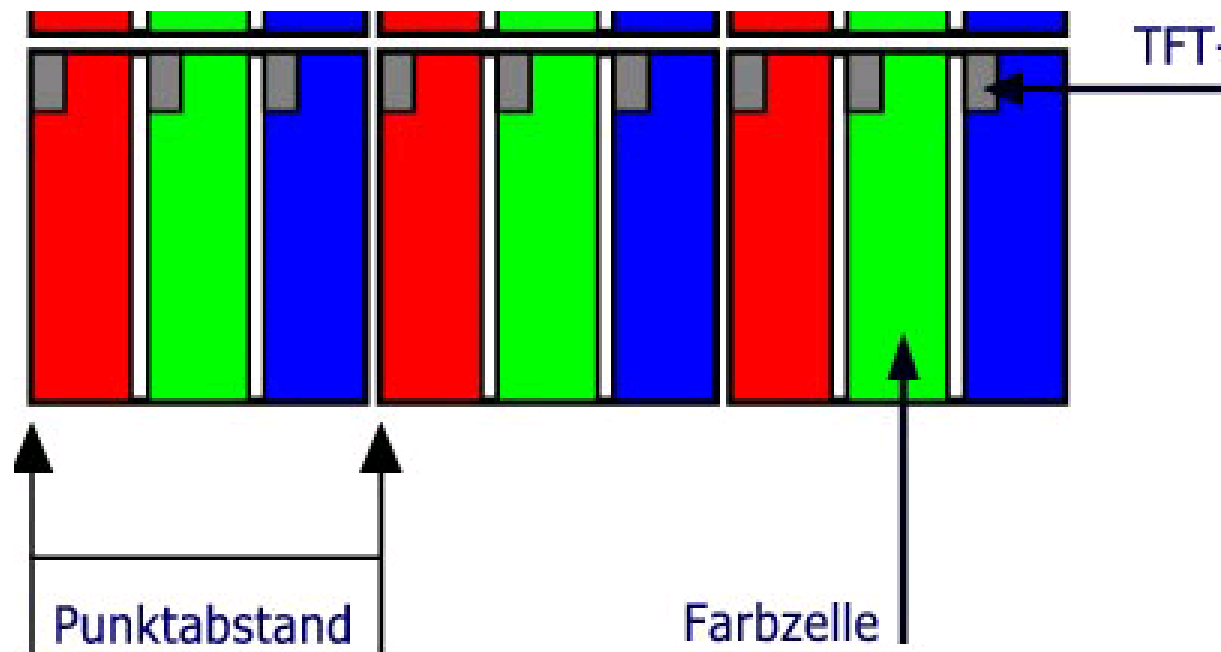
- Aktiv-Matrix-Technik

- Jede Zelle besitzt eigene Ansteuerung
- Aktuelles Verfahren

( Wird zB. auch bei OLED-Displays eingesetzt:  
Active Matrix OLED = AMOLED )

# Aktiv-Matrix-Displays

- TFT - Thin-Film-Transistoren
  - Steuern die Ladung der Zellen – richten die Kristalle aus
  - Integrierter Kondensator speichert die Ladung
    - So wird die Ladung der Zelle während einer Bildperiode gehalten - Kristalle bleiben ausgerichtet



# Hintergrundbeleuchtung

- Ohne
  - Über Spiegel wird Tageslicht reflektiert
  - Taschenrechner, ...
- Leuchtstoffröhren
  - Am Bildrand oder mehrere verteilt über Bildschirm
- LEDs
  - ...

# LED-Hintergrundbeleuchtung

- Edge-LED
  - verteilt am Bildschirmrand
  - Licht wird Lichtleiter-Platten, Folien etc. verteilt
  - dünne Displays möglich
- Direct-LED
  - LEDs verteilt hinter dem Bildschirm
  - Möglichkeit des Local-Dimming
    - An dunklen Bildbereiche werden LEDs zusätzlich abgeschaltet – besseres Schwarz
    - Eher teurer (aber für gutes HDR nötig!)



# Vorteile von LC-Monitoren

- Wenig Stromaufnahme möglich
  - je nach Beleuchtung und Größe
- Bild ist
  - Flimmerfrei, verzerrungsfrei, scharf
- Strahlungen:
  - Erzeugt keine Röntgenstrahlung und kaum elektromagnetische Strahlung (wie CRT-Monitore)
  - Wird nicht durch Magnetfelder beeinträchtigt
- geringes Gewicht und geringe Einbautiefe

# Nachteile

- Wenn geringe Reaktionszeit
  - Schlieren-Bildung bei schnellen Bewegungen
  - Bewegungsunschärfe
- Teilweise mangelhafte Farbechtheit
- Fixe Bildauflösung für scharfe Bilder
  - Ansteuerung mit anderen Auflösungen führt zu Qualitätsverlusten

# Entwicklungen

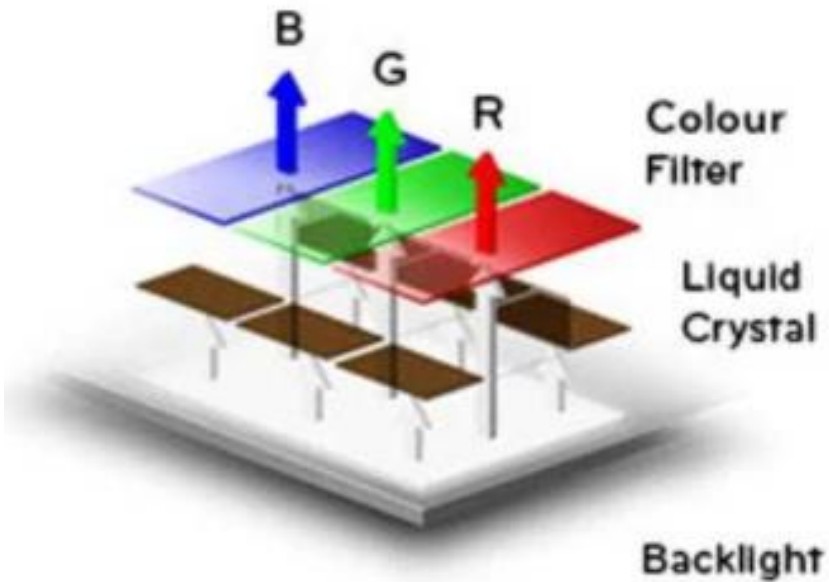
- „100/120/144Hz“
  - Reduktion von Bewegungs-Unschärfen, flüssigere Darstellung
- „200/240Hz“-Technik
  - Zwischenbilder synthetisch eingefügt (Schwarz – ruhiger, Weiß – heller)
- Verbesserung der Schaltzeiten
- Verbesserung des Farbumfangs
- Bessere Hintergrundbeleuchtung

# Sonstige Technologien

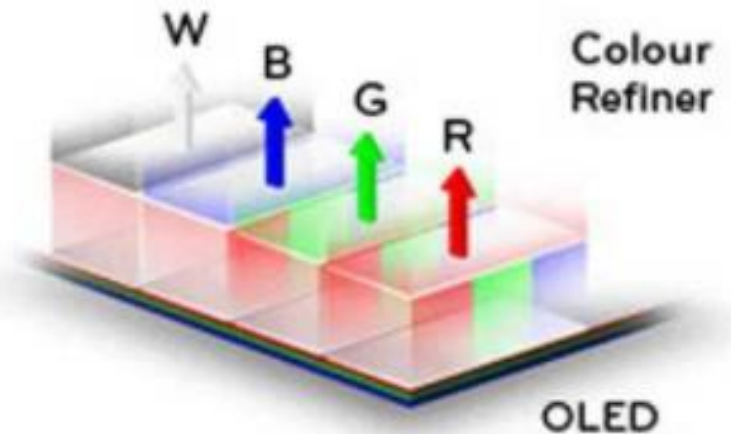
- OLED
  - Licht-Erzeugung mittels organischer Leuchtdioden
- QLED
  - LC-Display mit verbesserter Hintergrundbeleuchtung mit Quantum-Dots
- QD-OLED
  - OLED-Full-Array Hintergrundbeleuchtung
  - Farberzeugung durch Quantum-Dot „Filter“

# LCD vs. OLED

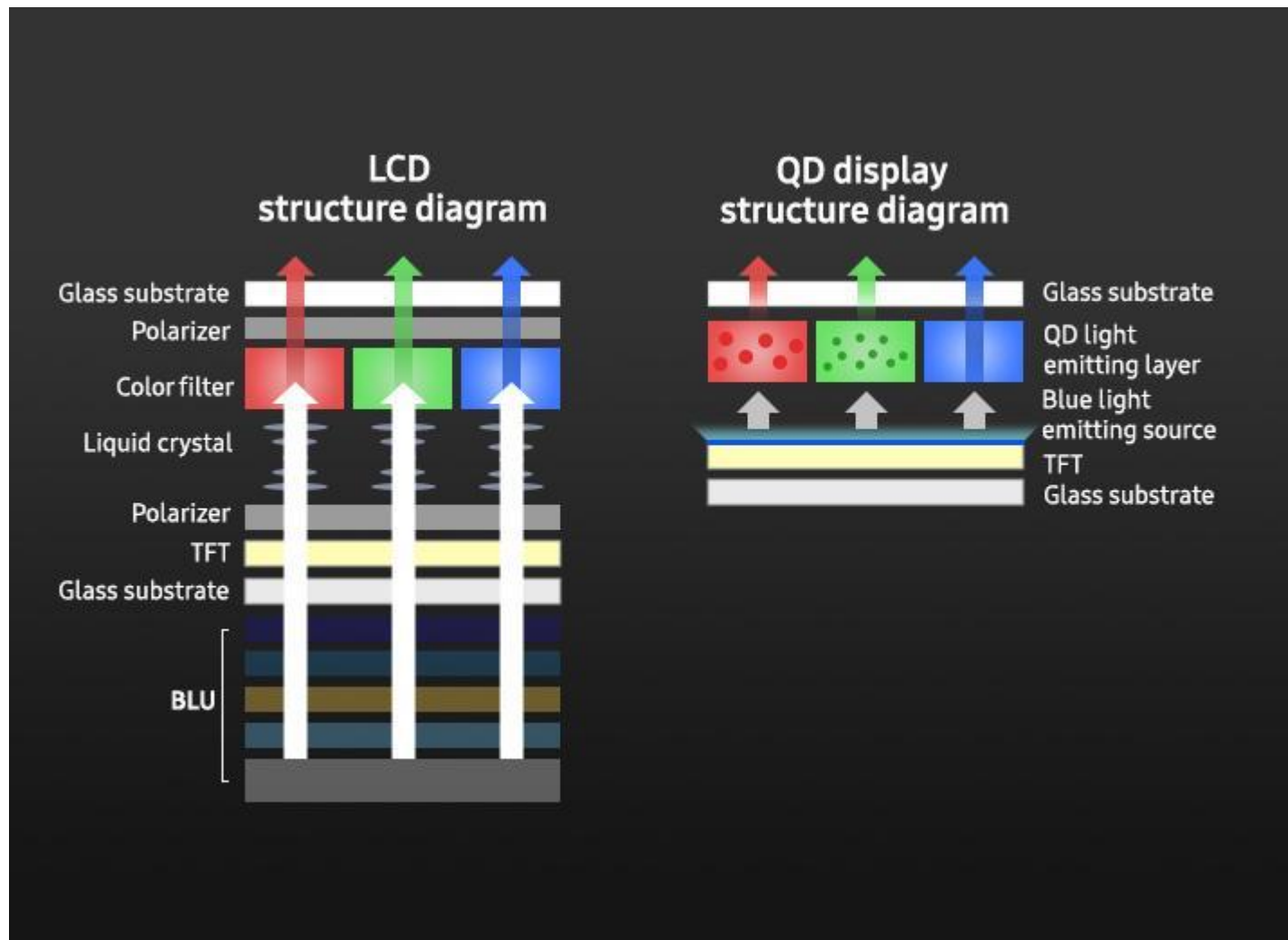
## LED/LCD



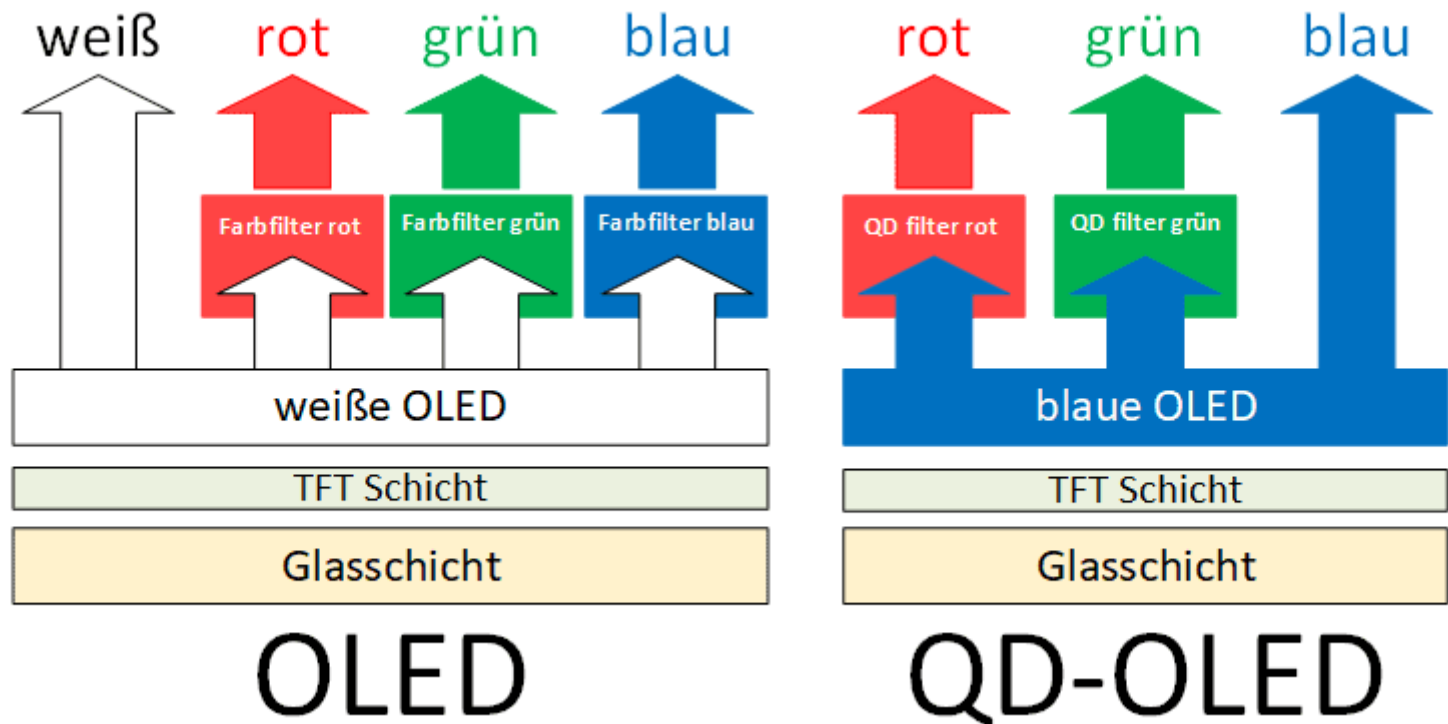
## LG OLED



# LCD vs. QD-OLED



# OLED vs. QD-OLED



# OLED Displays:

- Organische Leuchtdiode („organic light emitting diode“)
- Selbstleuchtendes Bauelement aus organischen, halbleitenden Materialien.
- Keine zusätzliche Lichtquelle nötig
- Varianten:
  - PM-OLED (Passive-Matrix – OLED)
  - AMOLED (ActiveMatrix - OLED)
  - POLED (Polymer – OLED, Plastik- statt Glas-Substrat)



## OLED Displays:

