

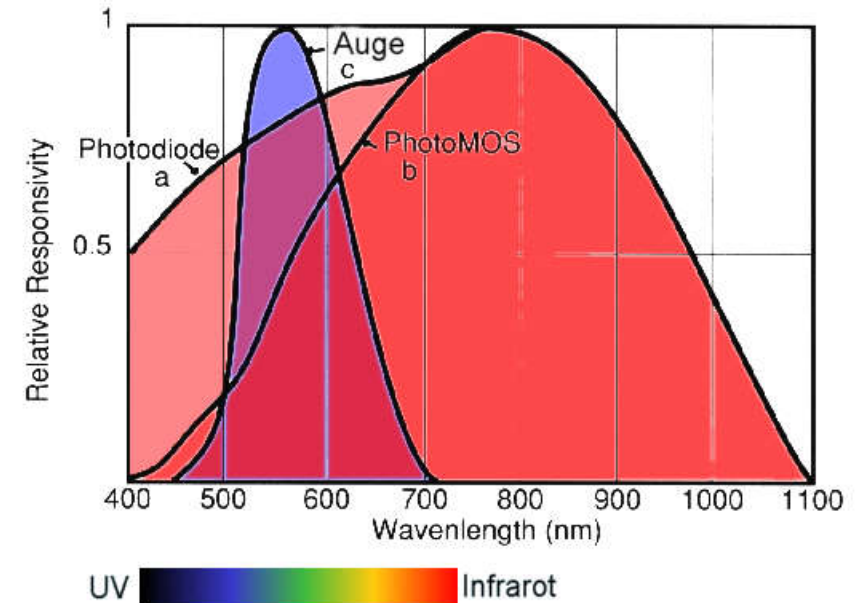
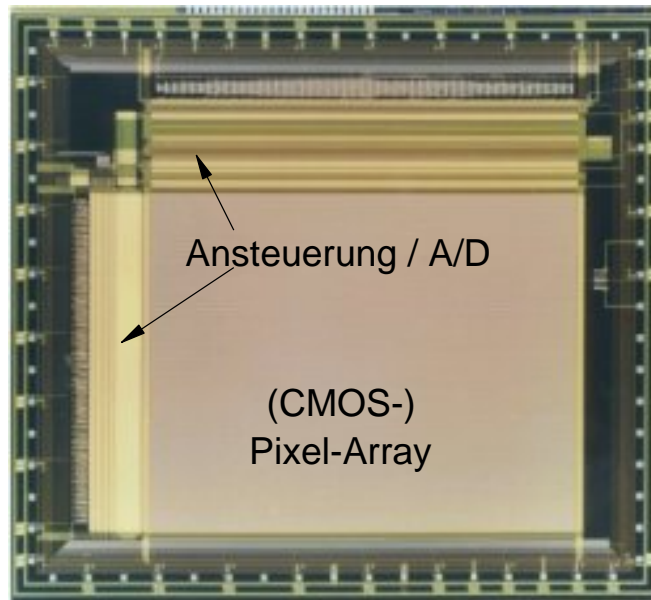
Digitalkamera



- Objektiv, Verschuß, CCD, (32-bit) Rechner

(HP 618 Digitalkamera, ct 04/2001, S.172)

Bildsensoren: CCD, CMOS



CCD: "charge coupled devices"

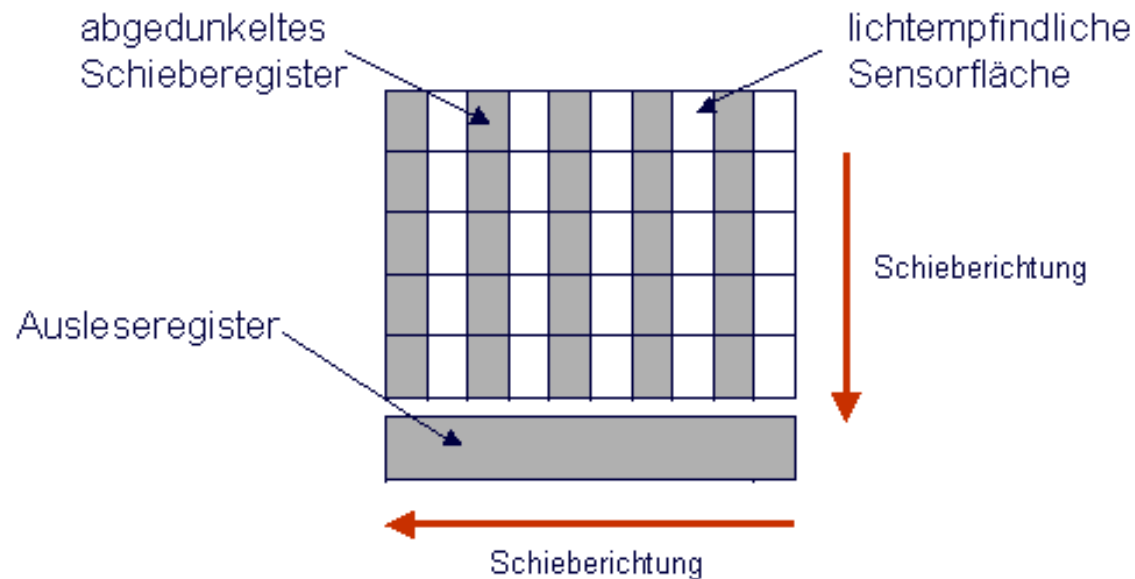
- gute Bildqualität, hohe Auflösung, aber externe Ansteuerung
- spezieller Herstellungsprozess, daher recht teuer

CMOS: auch normale Transistoren sind lichtempfindlich...

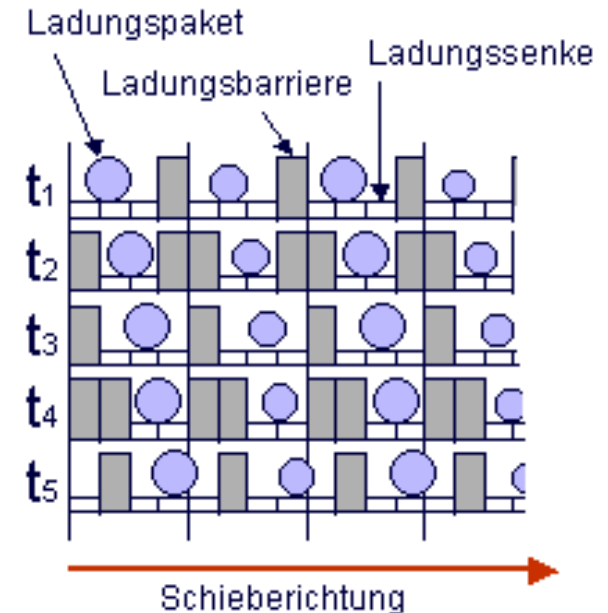
- Integration von Sensor-Array und Ansteuerung möglich
- bisher schlechtere Auflösung / Qualität als CCD

(Abb.: Fraunhofer/IMS CIF-Format CMOS-Sensor)

CCD: Prinzip



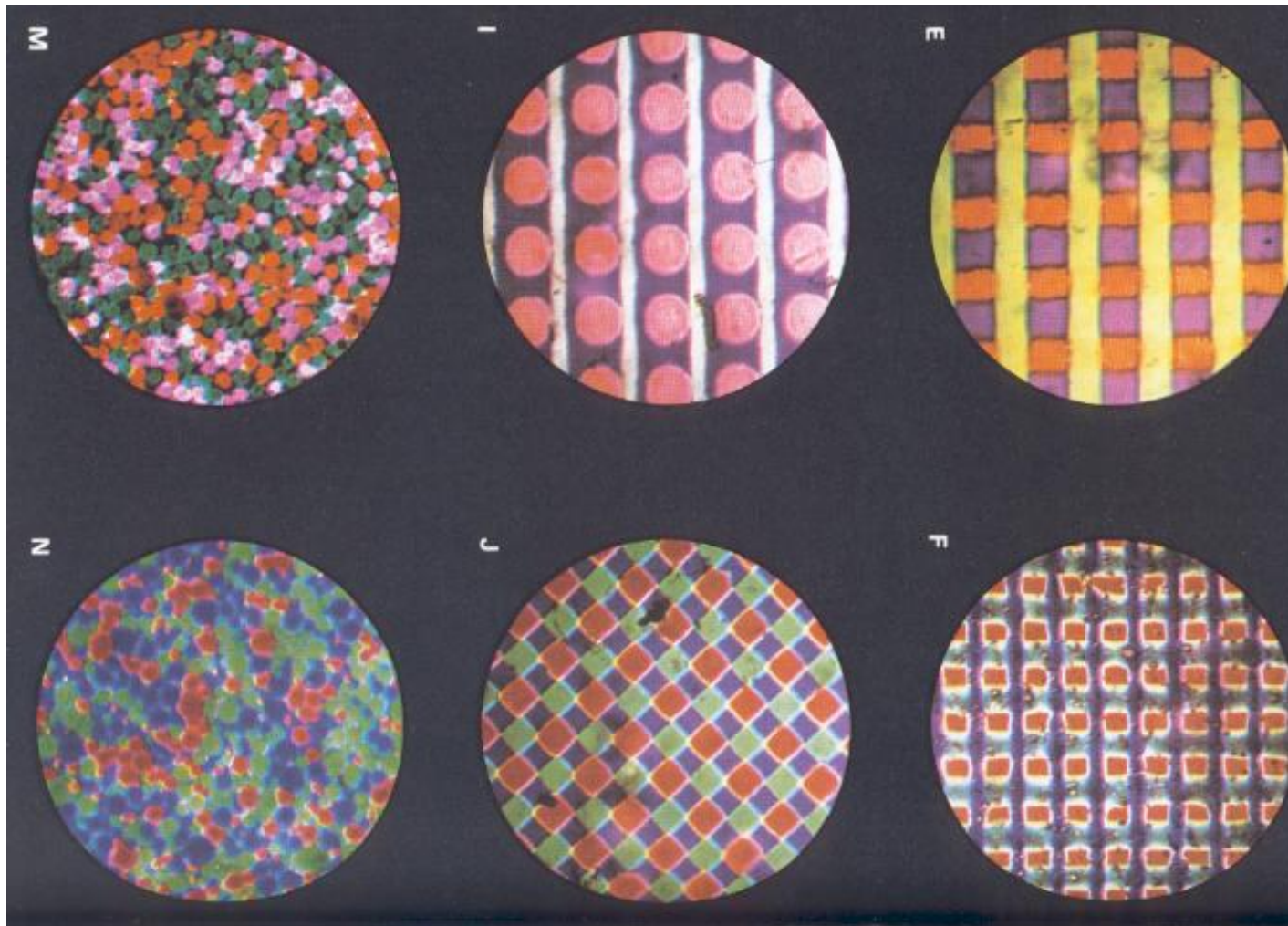
CCD-Sensor



CCD: "charge coupled device":

- Si/Ge-Halbleiter sind lichtempfindlich
- Photonen erzeugen freie Ladungsträger
- spektrale Empfindlichkeit bis ins Infrarote
- einfache "Streifenelektroden" zur Lokalisierung der Ladungen
- Auslesen via 3/4-Phasen Ansteuerung, "Eimerketten"
- anschließende A/D-Wandlung, digitales Interface

Photographie: Rasterfilme



E: Dufay 1909

F: Omnicolore 1907

I: Leto 1913

J: Baker Duplex 1926

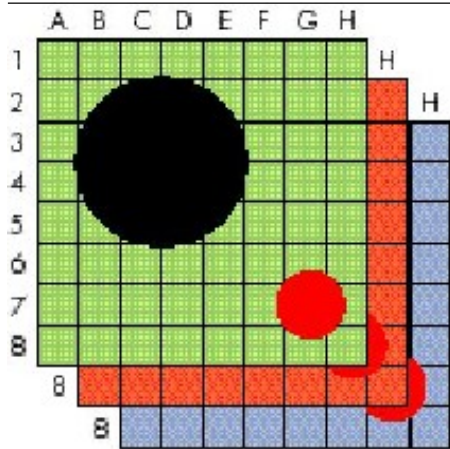
M: Autochrome 1907

N: Agfa Farbenplatte 1916

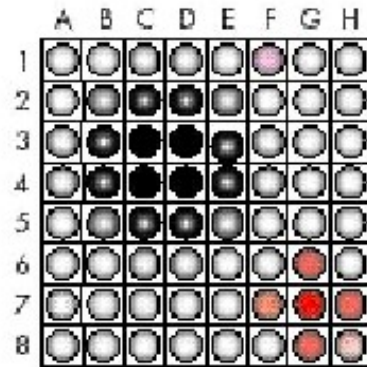
- Beispiele für Raster bei frühen (additiven) Farbfilmern
- aktuelle CCDs ähnlich wie J, aber grün am häufigsten

(Coe: Geschichte der Farbphotographie)

CCD: Bild-Rekonstruktion

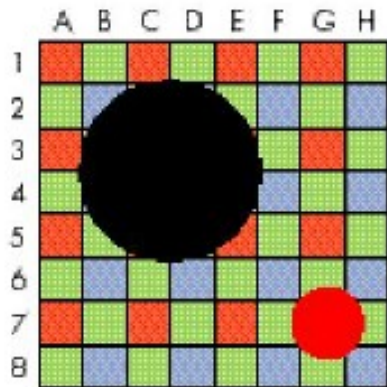


3 CCDs mit je einem Farbfilter

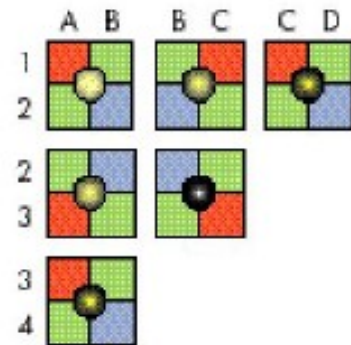


Pixel-Matrix

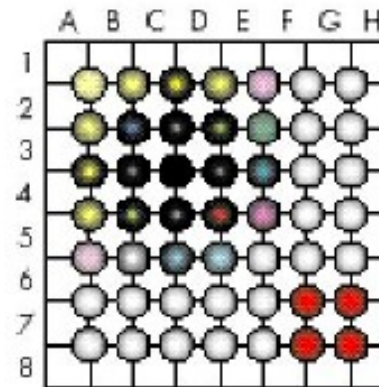
Objekte
 CCD-Zellen ("Pixel")
 errechnetes Datei/Bildschirm-Pixel



1 CCD mit Farbfiltermatrix

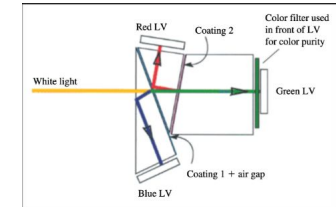


interpolierende Zellenauswertung



Pixel-Matrix

- drei separate CCDs:
- Aufnahme direkt als RGB
- teuer, aufwendige Optik



- Einzel-CCD, mit Farbraster
- anfällig für Moire-Muster
- aufwendige Bild-Rekonstruktion

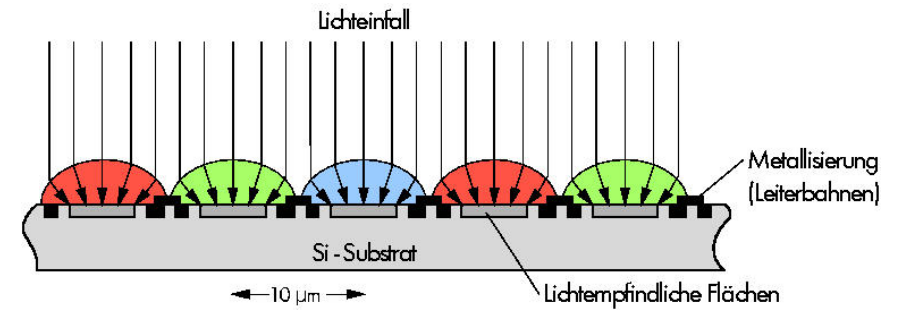
(z.B. c't 14/1998 S.82ff)

CCD: Blooming

Videoaufnahme ohne
mechanischem Shutter



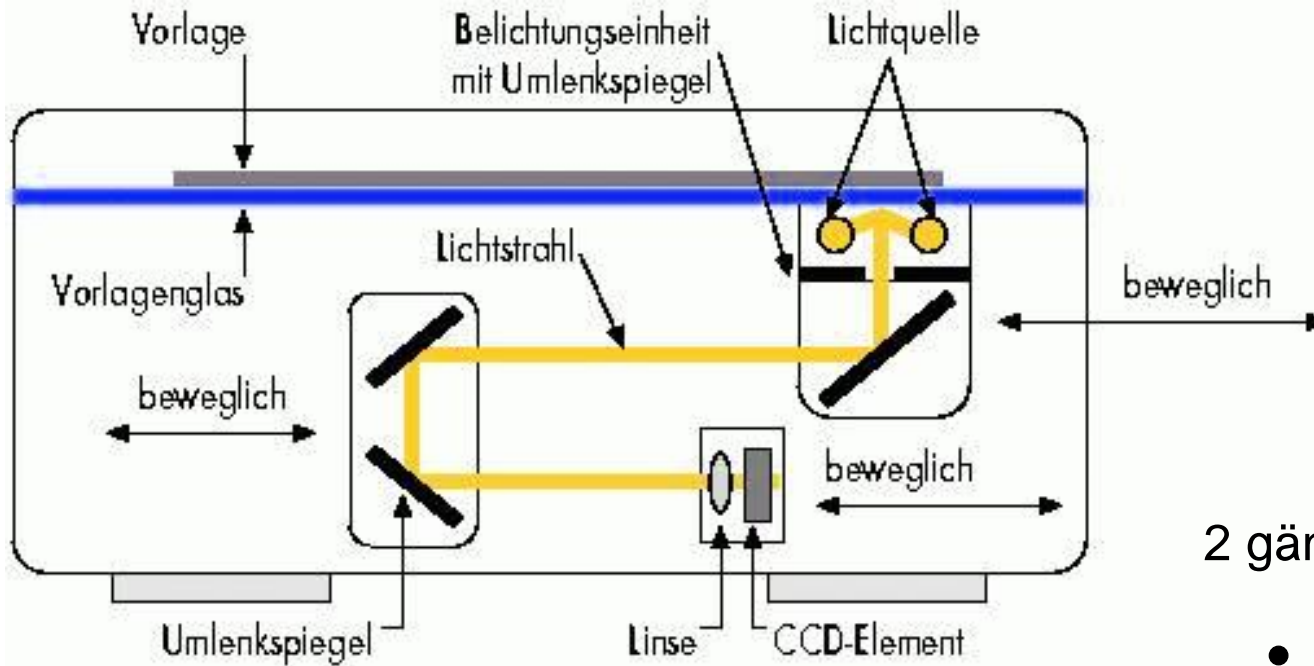
Fotografie mit
mechanischem Shutter



Linsensystem zur Kompensation
der reduzierten Sensorfläche

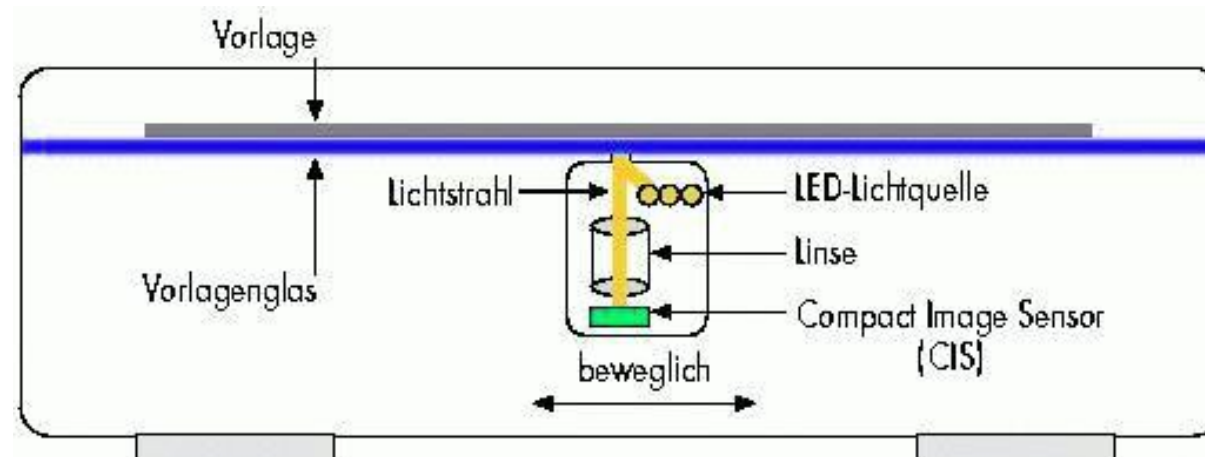
- Sensorelemente sind durchgängig lichtempfindlich
- auch beim Auslesen (Durchschieben) der Daten
=> mechanischer Verschluss
=> abgedeckte Flächen (plus Linsen) auf dem Chip
- außerdem: "Ausbluten" überbelichteter Sensoren in Nachbarpixel

Scanner: CCD vs. CIS



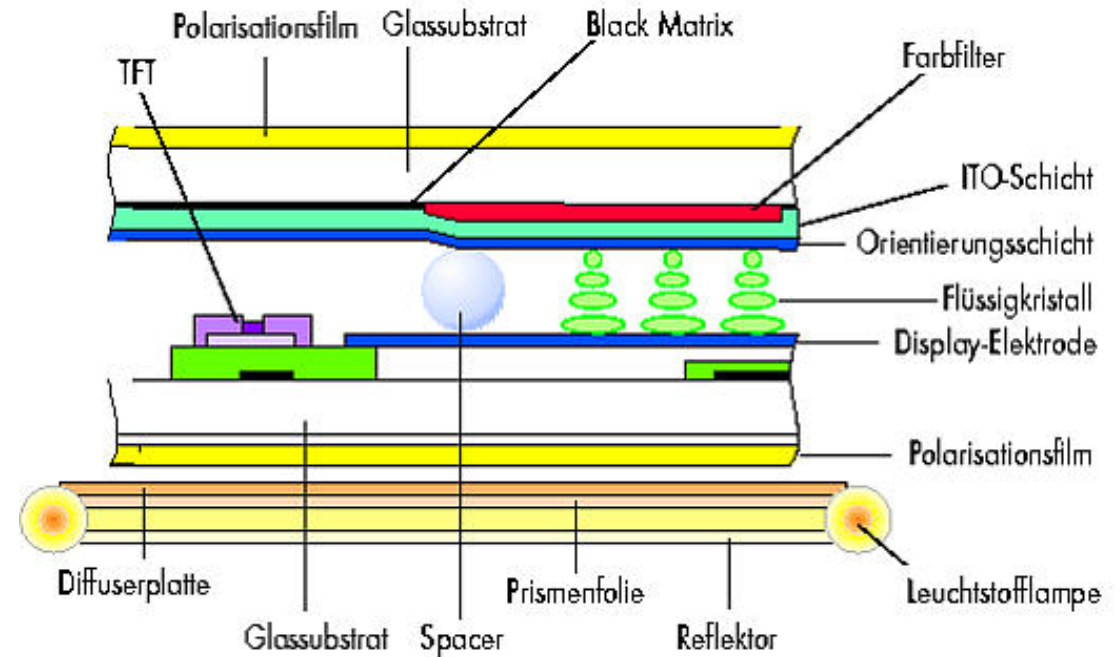
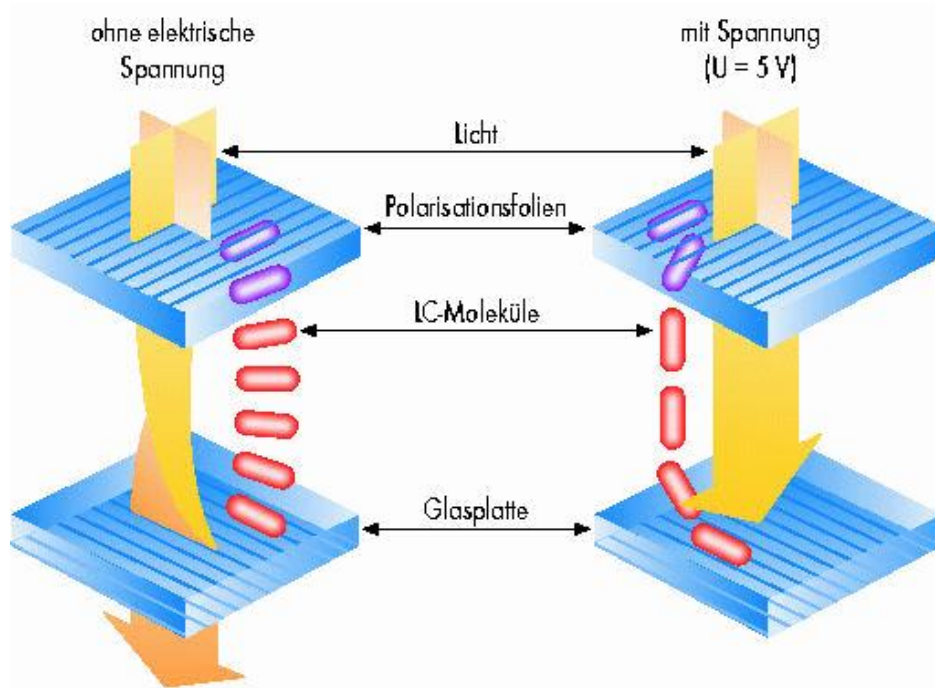
2 gängige Bauformen:

- CCD mit Umlenkspiegel
- Compact Image Sensor



(c't 24/2000 210ff)

LC-Displays:



- Flüssigkristalle zwischen zwei Polarisationsfiltern
- Matrixansteuerung (passiv oder TFT), Farbfilter
- Hintergrundbeleuchtung
- aufwendige Herstellung, geringer Yield: teuer
- geringe Effizienz

LCD: Display-Technologie vs. Auge

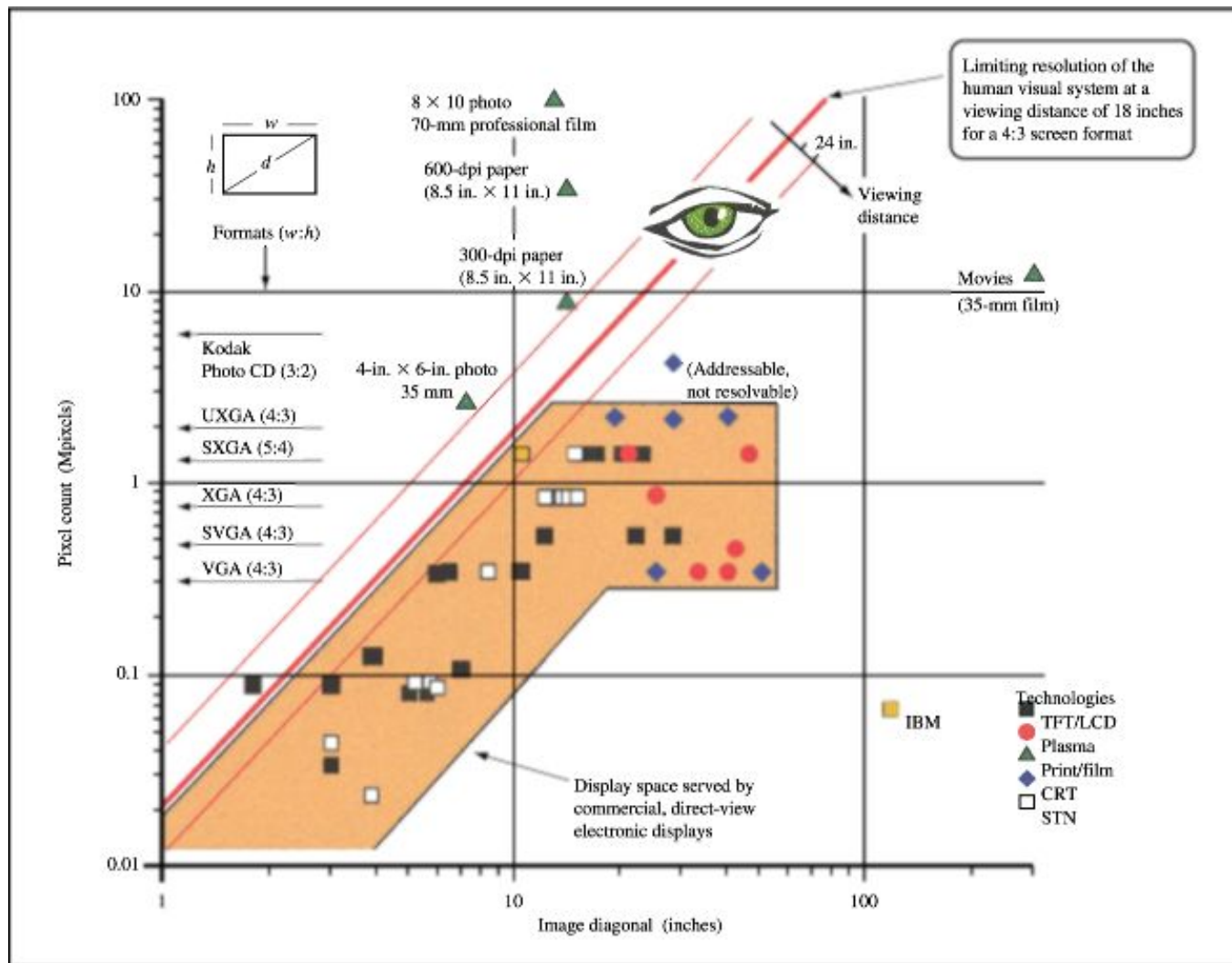


Figure 1

A view of display space showing existing electronic, paper, and film displays.

LCD: Evolution

- 1992: VGA (640x480)
- 1998: SXGA (1280x1024)

- monochrom bis true color
- 8" bis 15" Bilddiagonale

- Auflösung bis 200 dpi
(IBM SXGA Prototyp)
- Qualität wie Laserdrucker /
Zeitschriften-Farbdruck

- weitere Steigerung nötig?

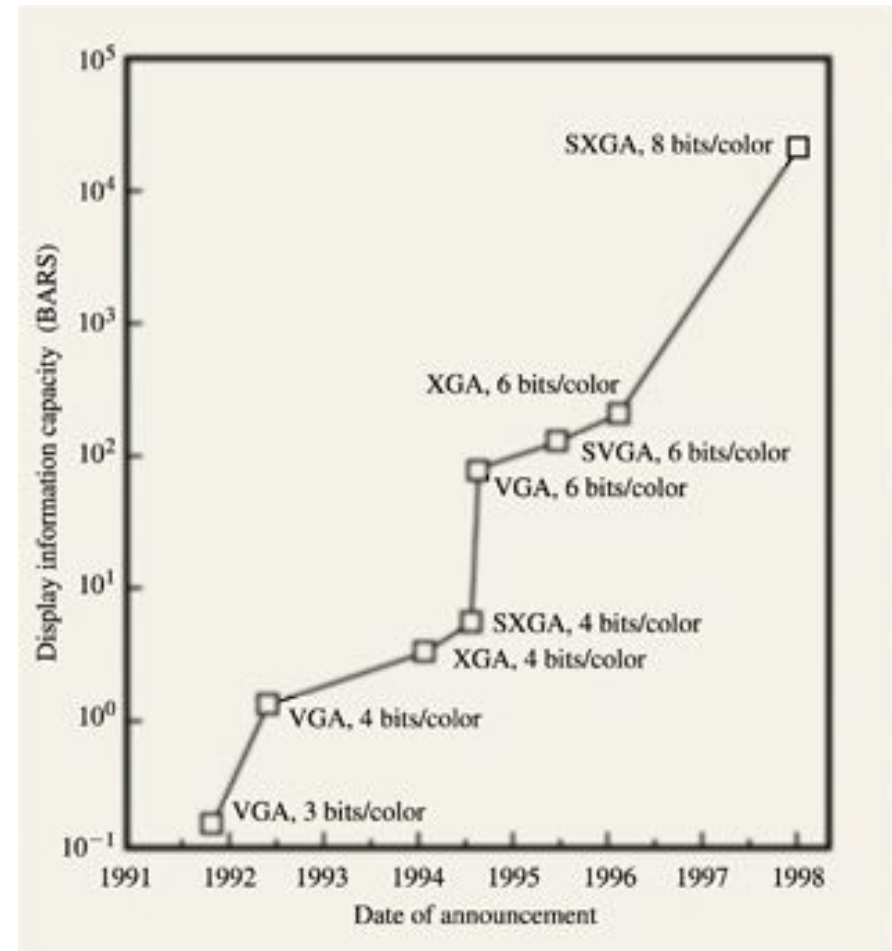
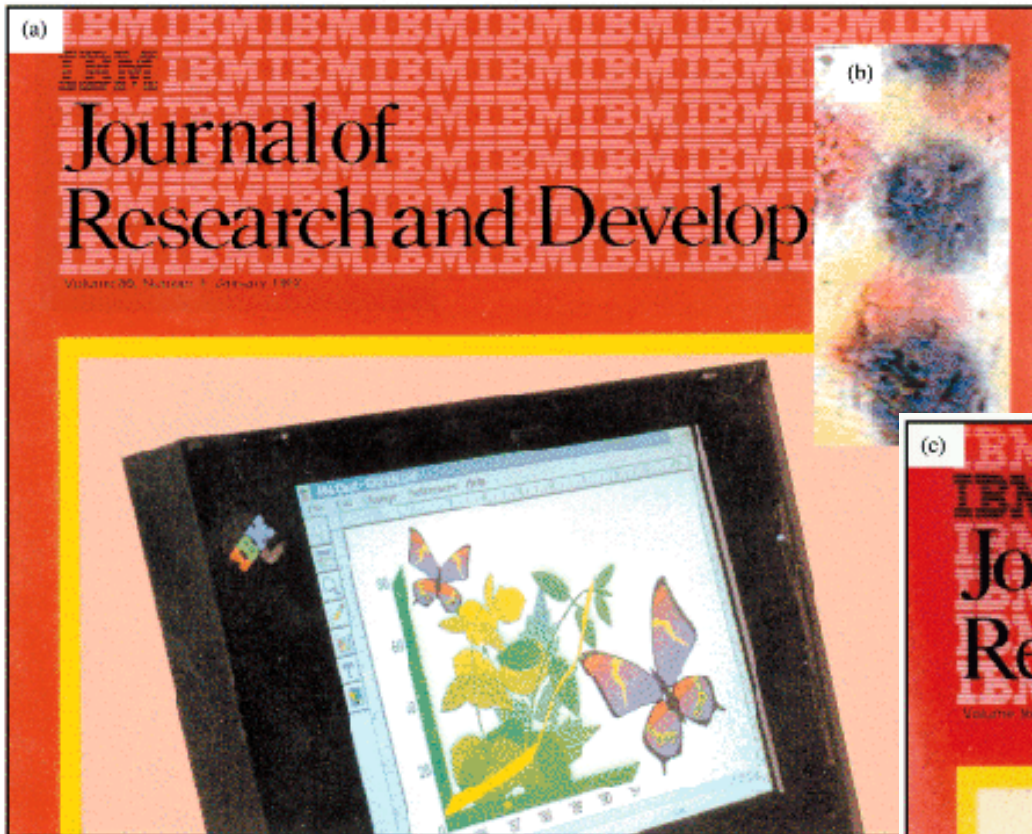


Figure 2

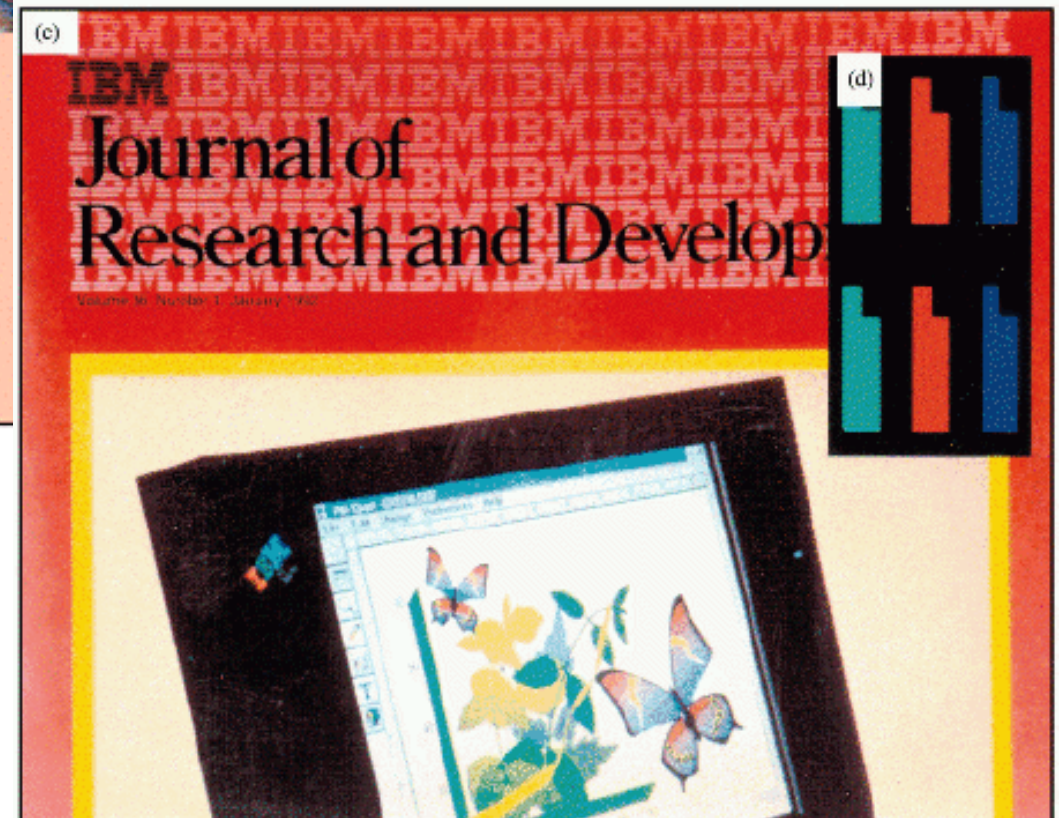
Information capacity increase of IBM TFT/LC displays with time. Information capacity is in units of pixel count times number of colors (billions of addressable retinal stimuli, or BARS).

LCD: 200dpi Prototyp



gedrucktes Cover des JR&D

200dpi LCD Prototyp



- vergleichbare Auflösung
- besserer Kontrast
- LCD subjektiv besser

LCD: 200dpi Prototyp

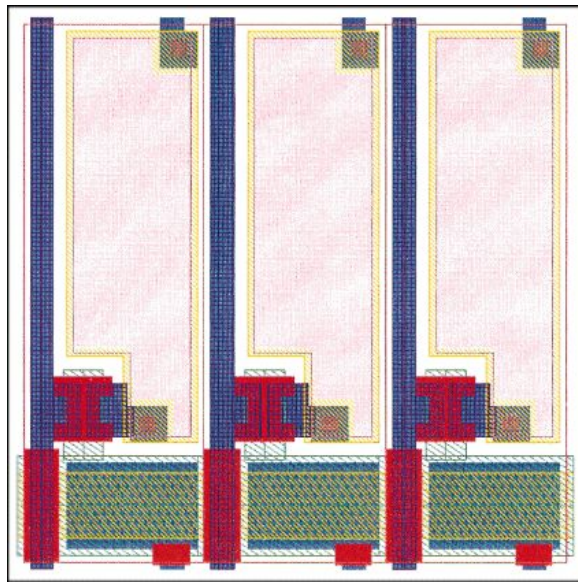


Figure 2

CAD layout of three color subpixels of dimensions $58 \mu\text{m} \times 154 \mu\text{m}$, arranged in a vertically striped mode.

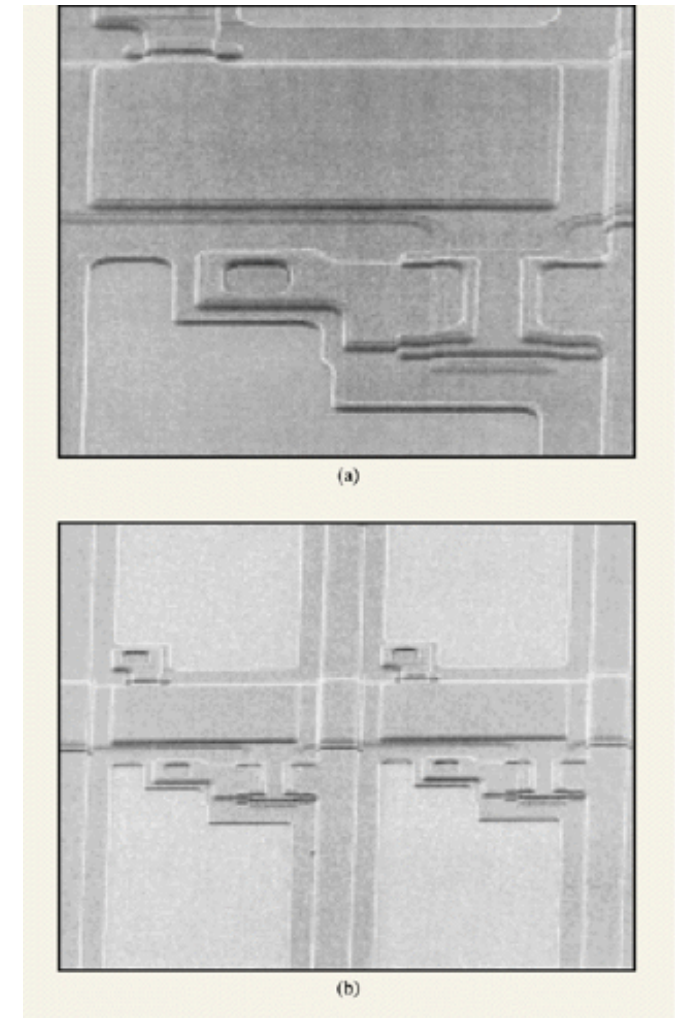
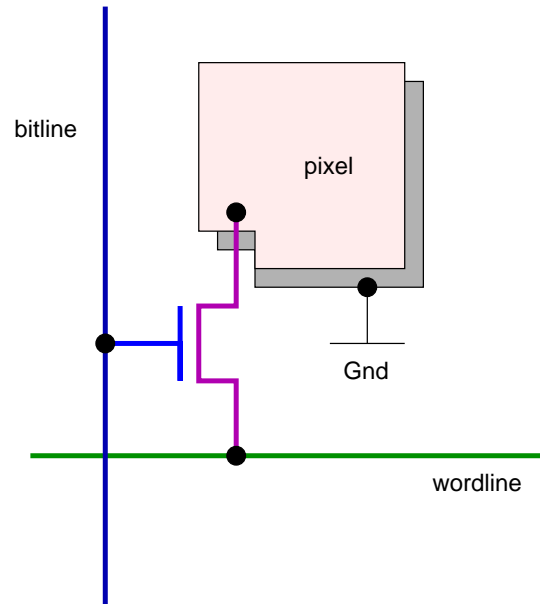


Figure 6

Oblique-angle scanning electron micrographs of the array depicted in Figure 5. The subpixels are $54 \mu\text{m}$ wide.

Prototyp am Limit der Technologie:

- Pixelgröße vs. Kapazität vs. Multiplexing
- Kontrastverhältnis (aktive/passive Fläche)
- keine Redundanz möglich (vgl. DRAM)
- 3 x 1.2M Pixel: Ausbeute problematisch

LCD: Kontakte . . .

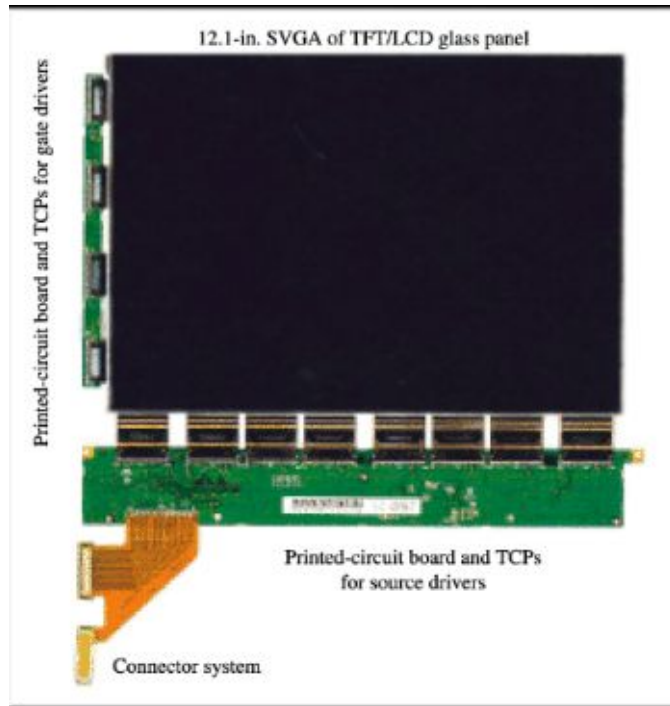


Figure 1

Part of a 12.1-in. SVGA TFT color LCD module for the IBM ThinkPad 560. Eight source-driver tape-carrier packages (TCPs), which provide a bending structure, and four gate-driver TCPs are attached by means of an anisotropic conductive film to the LCD glass panel. Printed-circuit boards are soldered to the input electrodes on the TCPs.

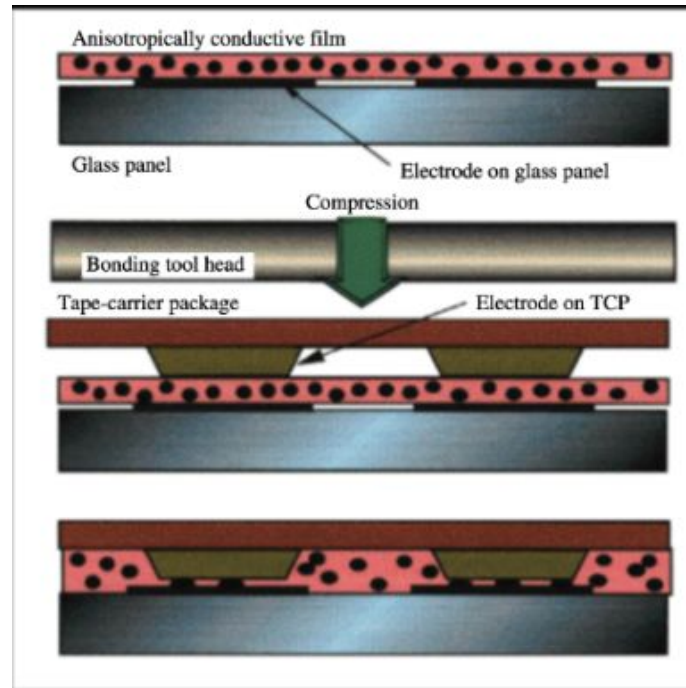


Figure 3

Bonding process for TCPs and LCD glass panels. An ACF is attached to the glass panel and a TCP is pre-attached, with accurate alignment. Final curing is then done. Adhesive fills the space between the electrodes, bonding the TCP and glass panel. Particles between the corresponding electrodes create an electrical contact, and insulation between adjacent electrodes is maintained.

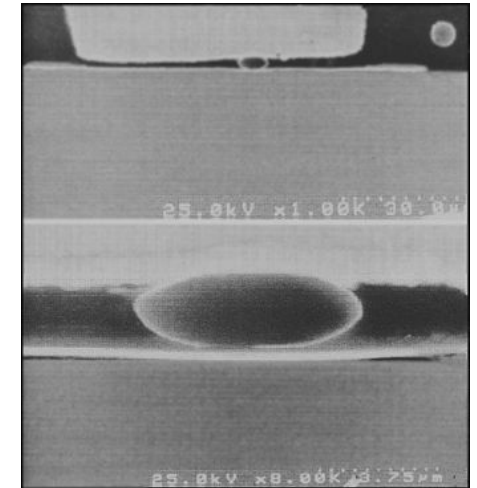


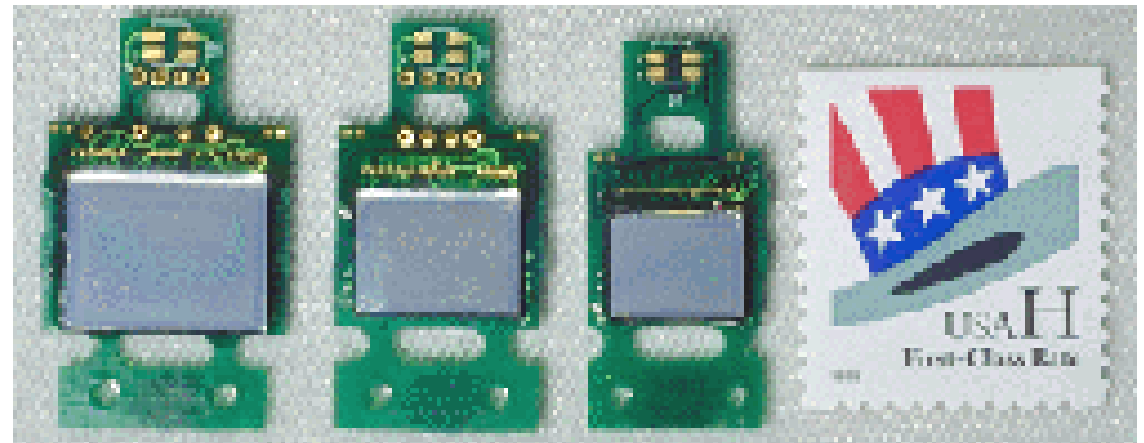
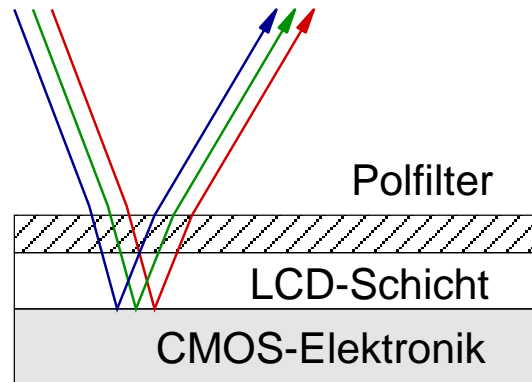
Figure 4

Cross-sectional view of interconnection by a 5- μm -diameter electrically conductive particle for the TCP sample. The particle is deformed between a copper lead electrode on the TCP and an aluminum/chromium electrode on the glass panel.

[IBM JR&D 1998]

- Ansteuerung per Multiplexing, trotzdem (1280+1024) Anschlüsse
- großflächig, Glas: normales Chip-Bonding unmöglich

LCD: *reflektiv, MikroOptical*



- bisherige LCDs auf Glassubstrat
- erlaubt sehr große Displays (15", 17" usw.)
- aufwendige Dünnschicht-Technologie

reflektive Displays:

- LCD-Schicht direkt auf entsprechend entworfener CMOS-Logik
- erlaubt sehr kleine Pixel und Miniaturisierung
- Farbdarstellung durch Zeitmultiplex, nacheinander rot-grün-blau



(www.microoptical.com)

LCD: IBM Lightvalve

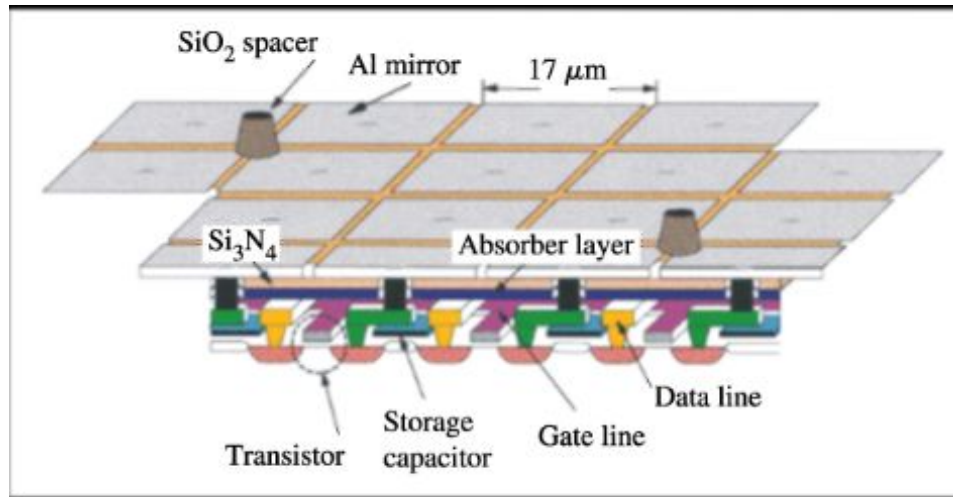


Figure 1

Schematic diagram of a spatial light-modulator array showing the cross section of the light valve used in the prototype monitor. To complete the light valve, a top glass plate with a transparent conductive layer is placed on top of the posts and glued to the silicon substrate along the edges. Finally, the gap between the mirrors and glass is filled with liquid crystal material.

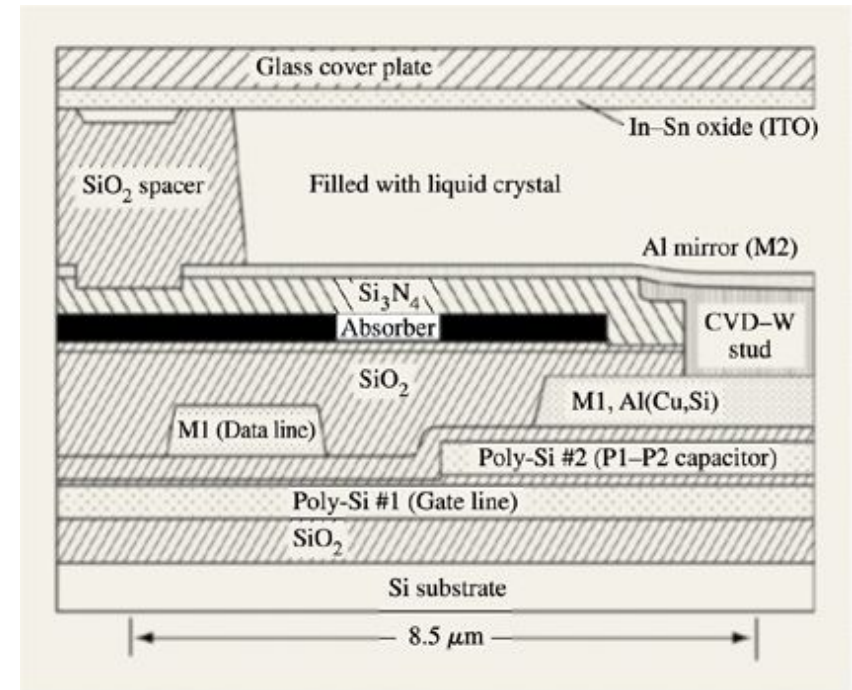


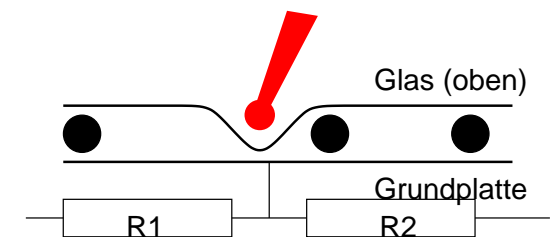
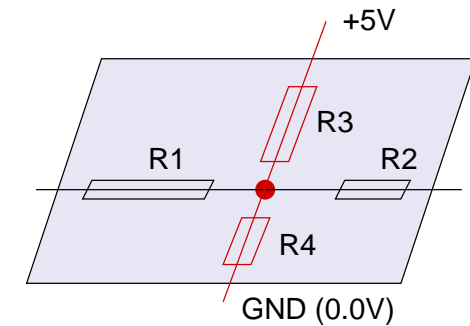
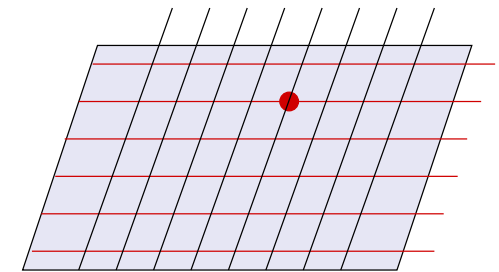
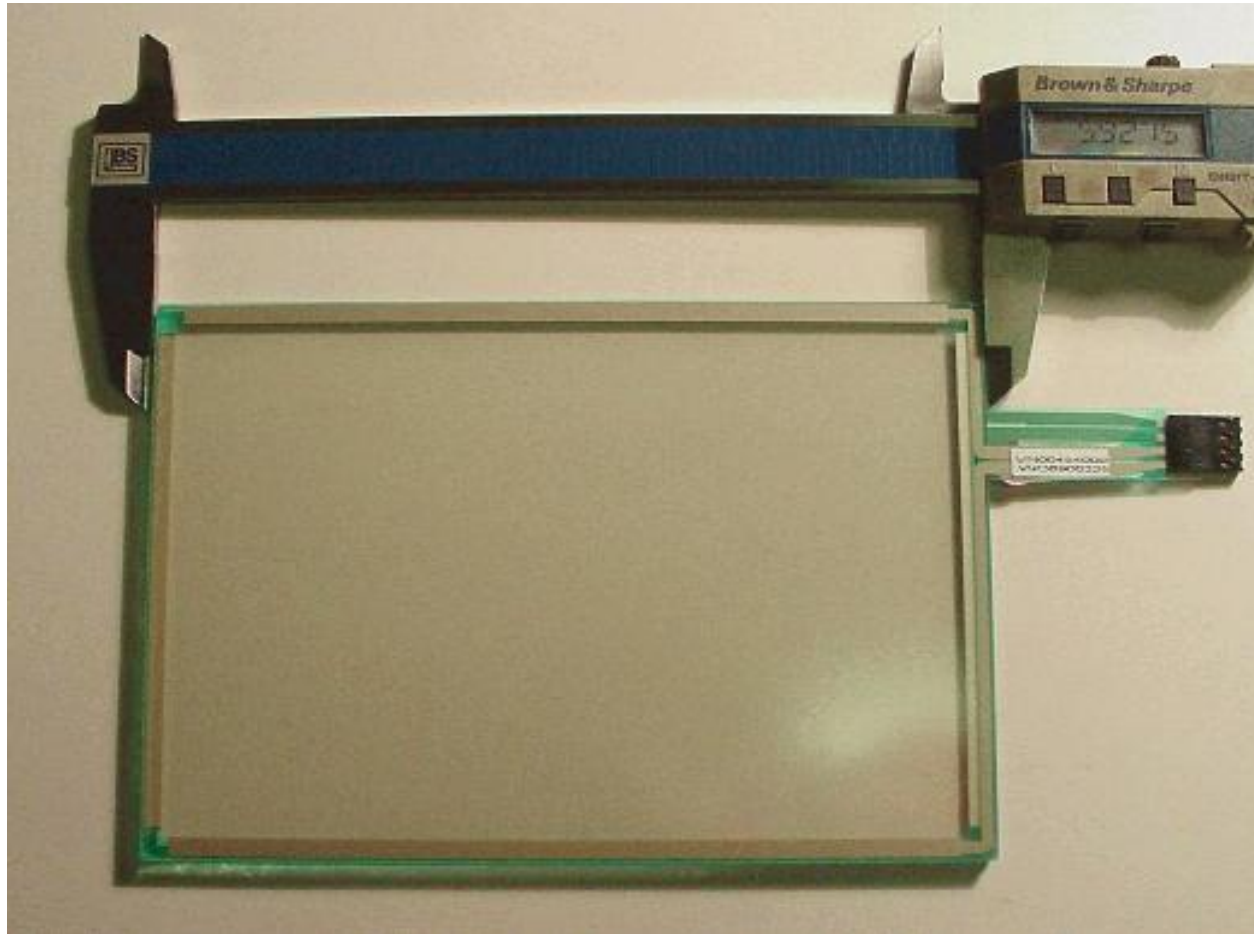
Figure 1

Schematic cross section of a pixel of the four-million-pixel light valve.

- IBM-Prototyp für ein reflektives Display
- oberste Metallschicht bildet den Spiegel, direkte CMOS-Ansteuerung
- normale CMOS-Fertigung nutzbar, 4 MegaPixel

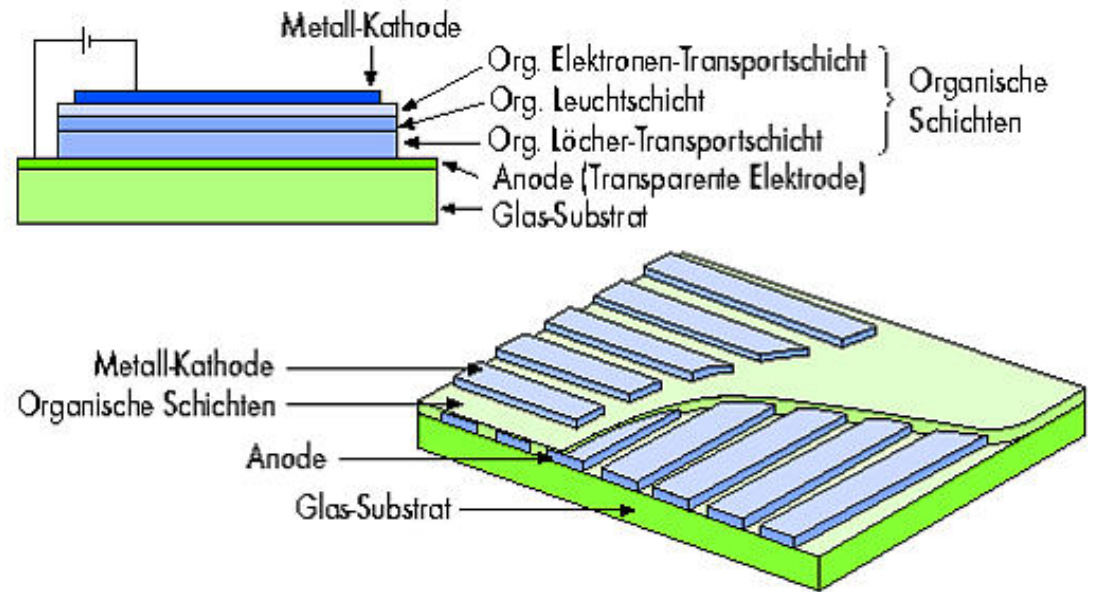
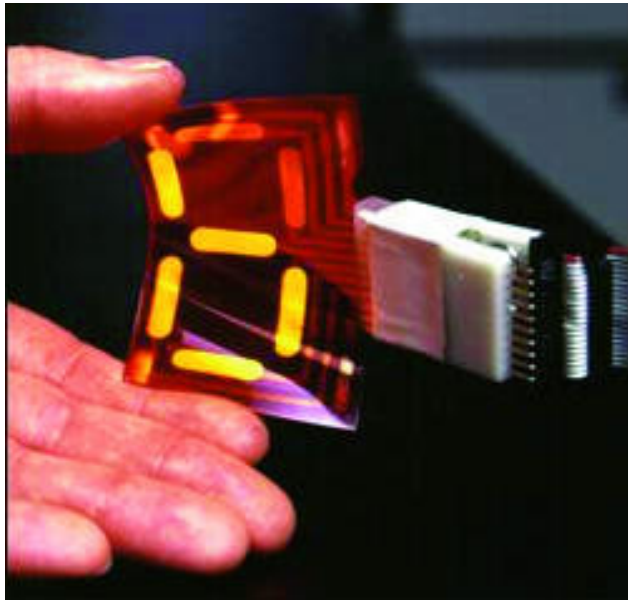
(IBM JRD 42-3)

Touchscreen:



- kapazitiv: orthogonale Streifen-Elektroden, serielles Auslesen
- resistiv: Stiftbedienung, Kontaktposition wird gemessen (billiger, aber geringere Genauigkeit)

organische Displays:



- spezielle Farbstoffe
- Lichtemission bei angelegter Spannung
- im Prinzip beliebige Farbe und Helligkeit
- flexibel (Folie statt Glas als Träger)
- kein Lichtverlust durch Filter
- billige Herstellung: Farbstoffe per "Tintendrucker" aufbringen
- aber noch zu geringe Lebensdauer

organische Farbstoffe:

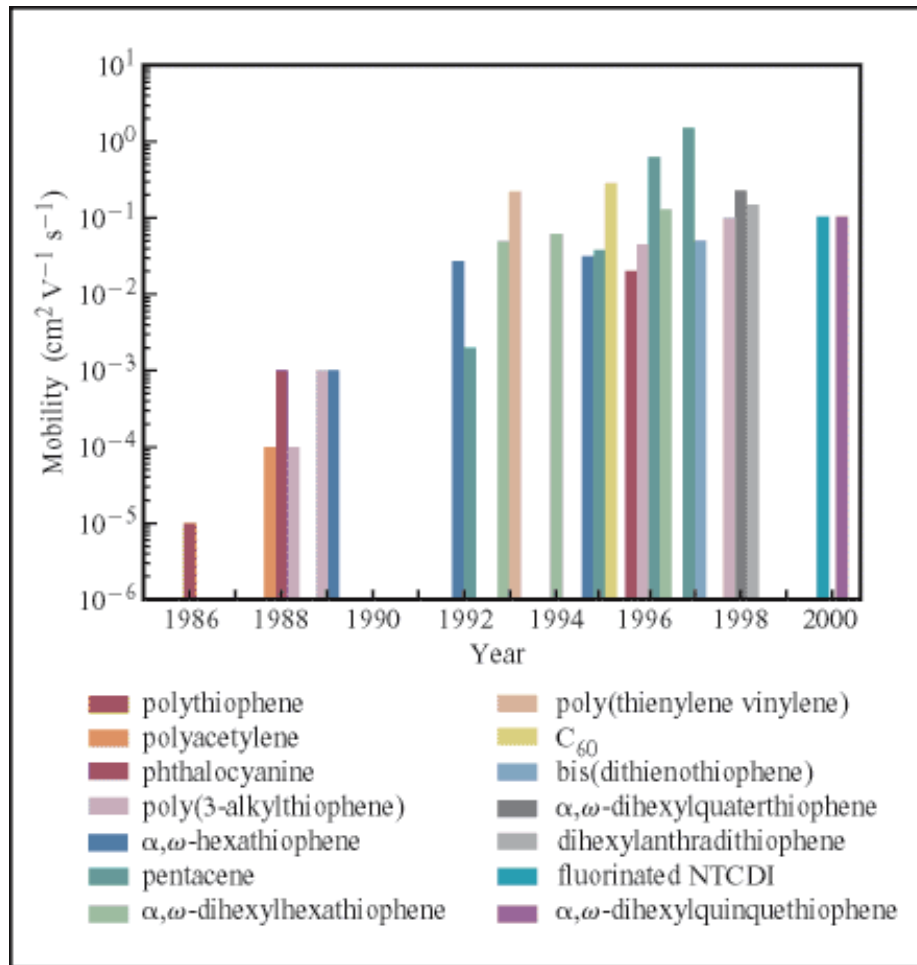
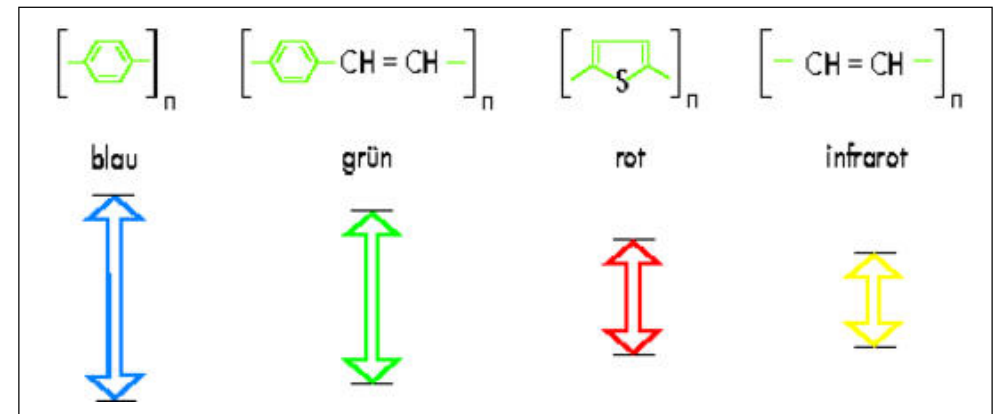


Figure 1

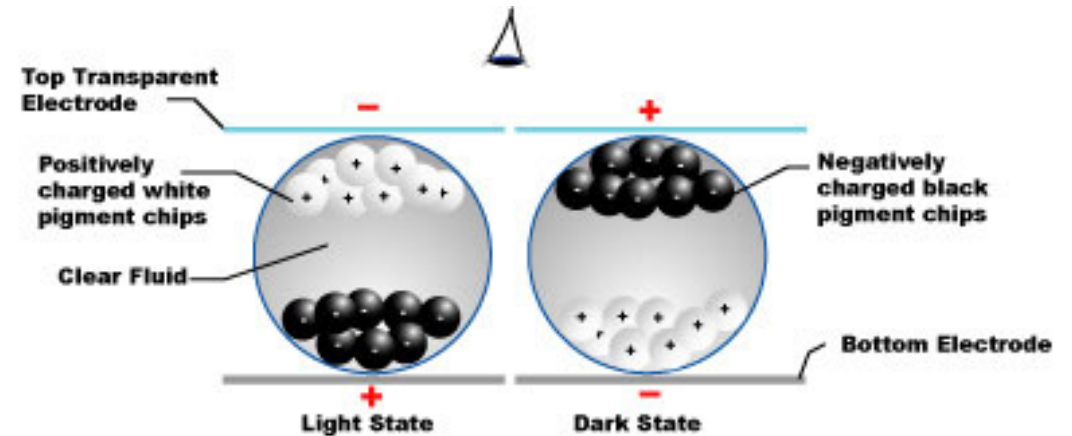
Semilogarithmic plot of the highest field-effect mobilities (μ) reported for OTFTs fabricated from the most promising polymeric and oligomeric semiconductors versus year from 1986 to 2000.



- Farbe
- Leuchtdichte
- Entdeckungsjahr
- von Farbstoffen für org. Polymerdisplays

(IBM JR&D 45-1, 2001)

eInk:

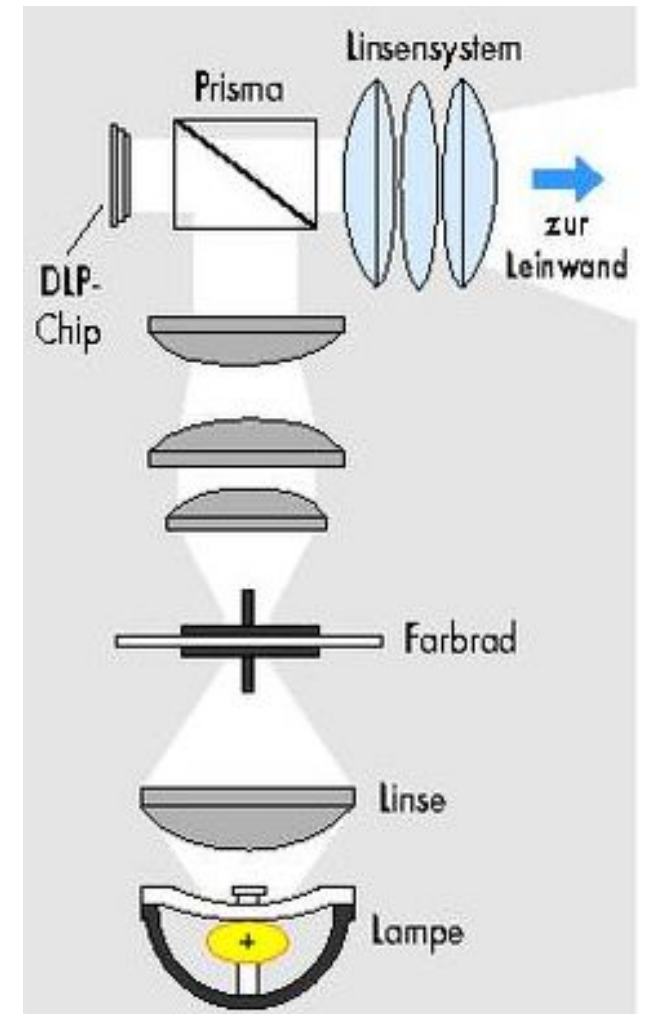
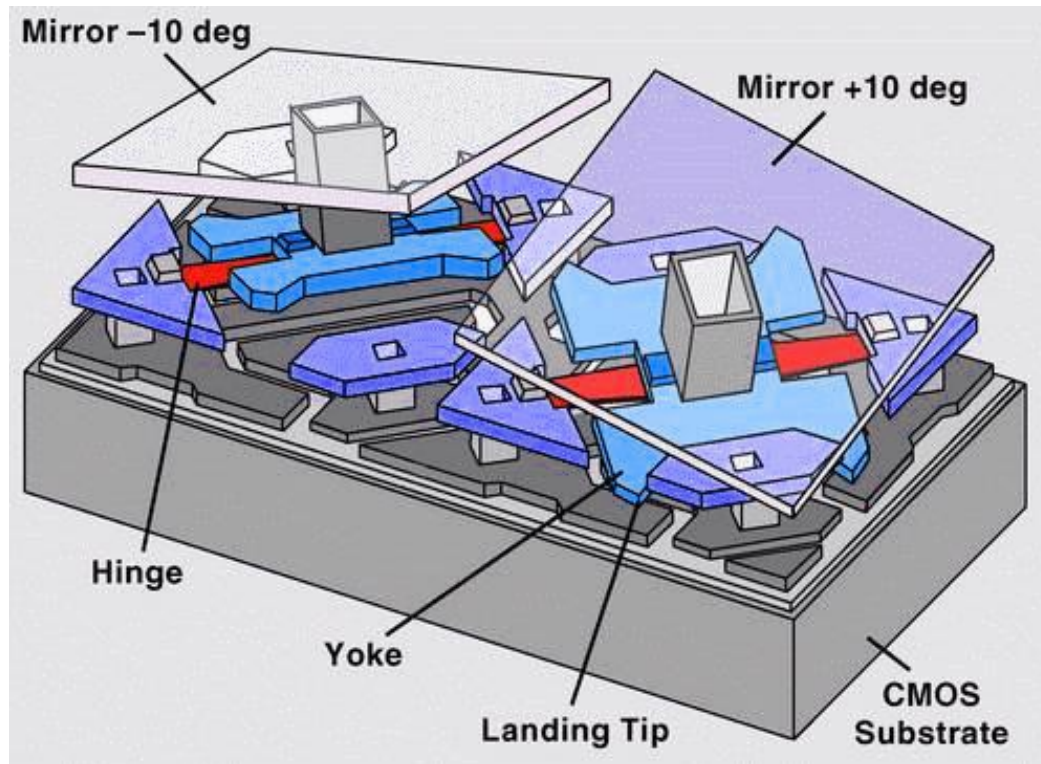


(Philips/eInk Prototyp, 80 dpi, Juni 2001)

- schwarz/weiß gefüllte/gefärbte Kugeln auf Trägermaterial
- Ansteuerung wie LCD (passiv oder TFT)
- aber metastabil: daher stromsparend

(www.gyriconmedia.com, www.eink.com)

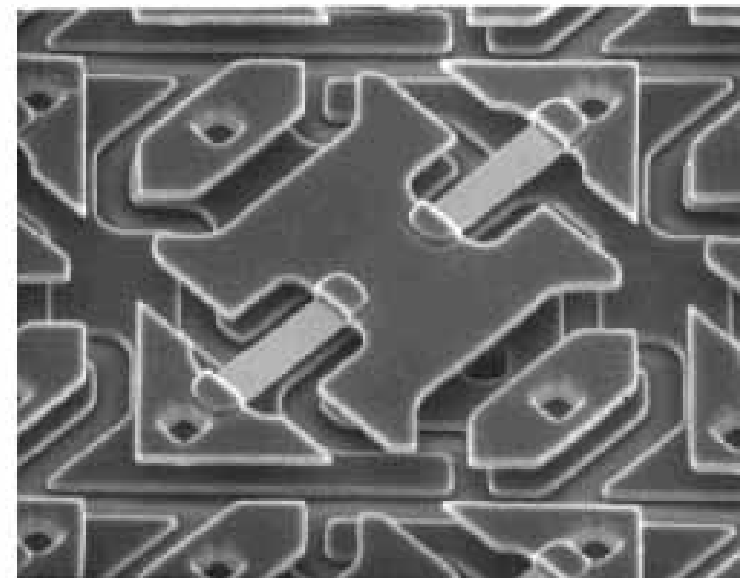
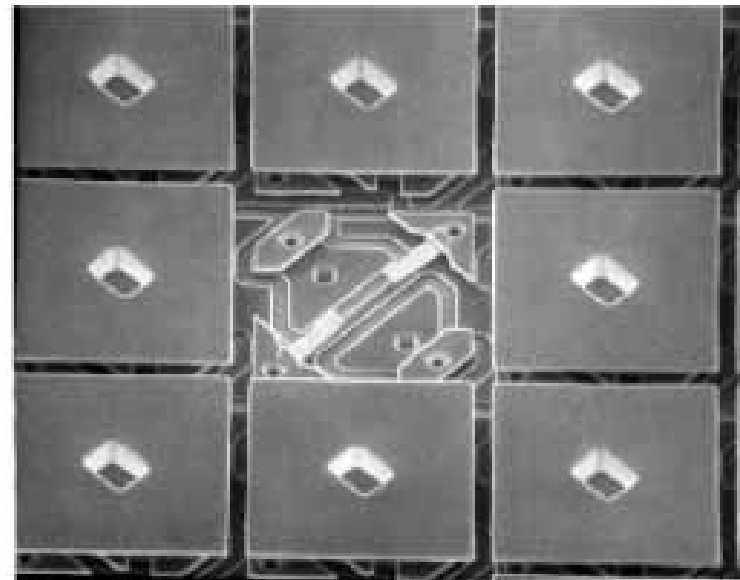
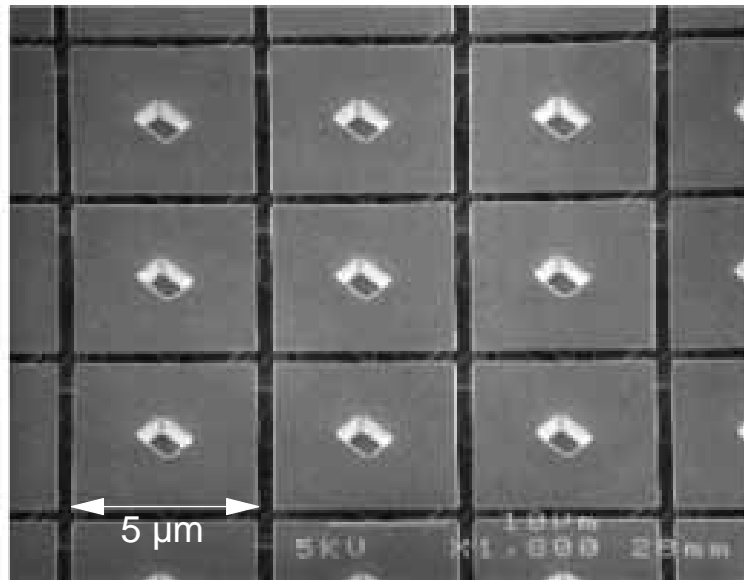
Mikrosysteme: DLP



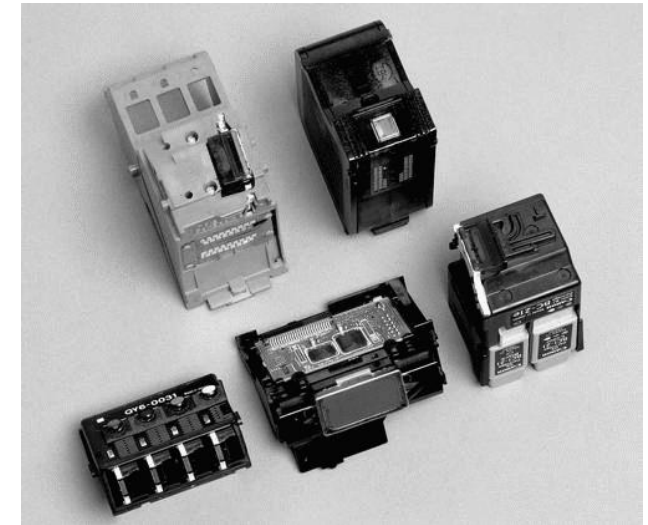
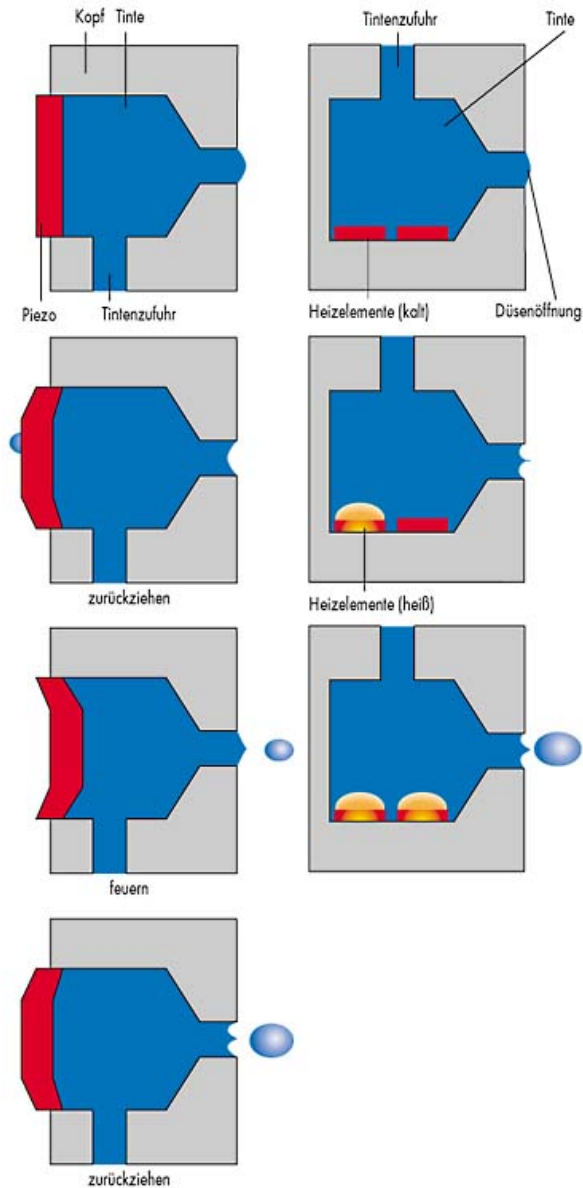
"Digital Light Processing":

- Mikrospiegel über SRAM, z.B. 1024x768
- Lichtrichtung umschaltbar
- sehr schnell: Zeitmultiplex für Farbe&Helligkeit
- heller und kleiner als LCD-Projektoren

Mikrosysteme: DLP



Tintenstrahldrucker



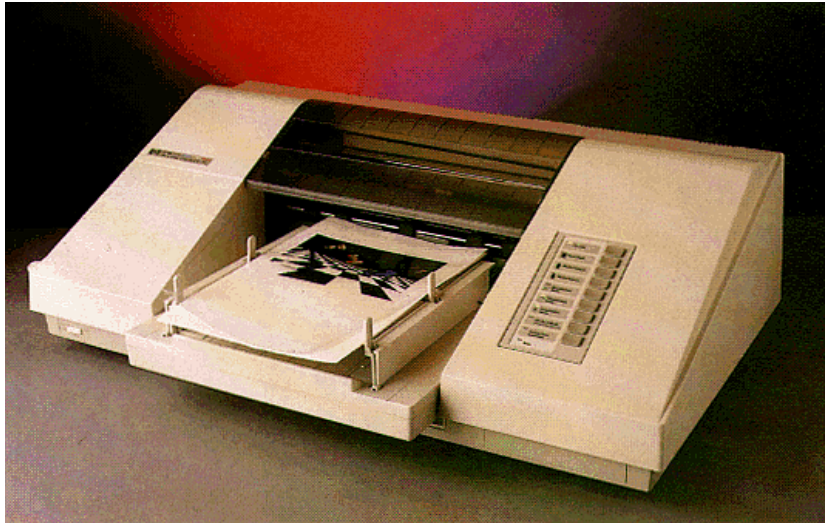
(Druckköpfe Epson, HP, Lexmark, Canon)

- Mechanik mit Schlitten für Druckköpfe
- Aufsprühen von Tintentröpfchen auf das Papier
- Piezokeramik (links, Epson)
- thermisch (rechts, z.B. HP, Canon)

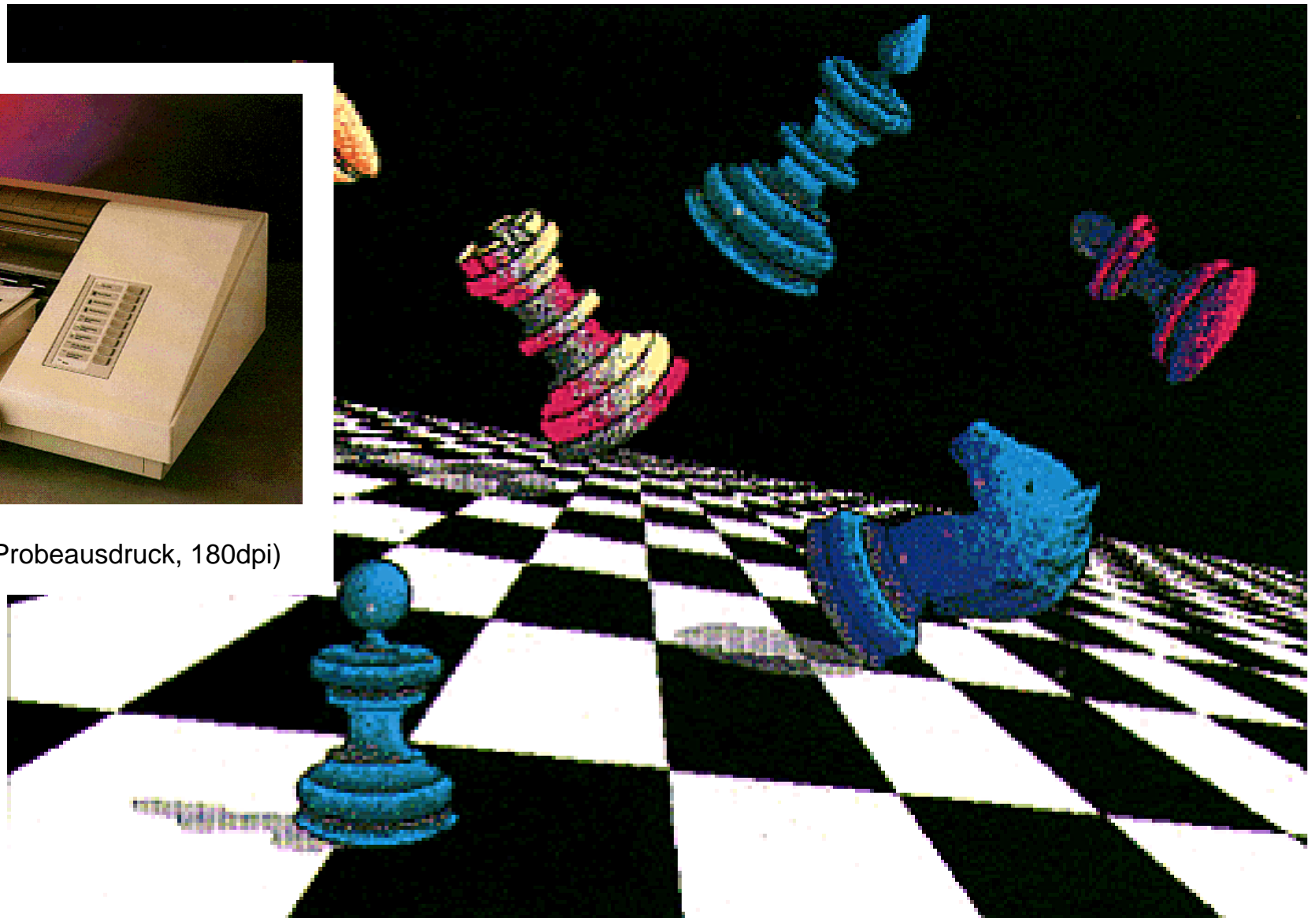
- subtraktive CMYK-Farbmischung
- Rasterung zur Darstellung von Mischfarben

(Abb. aus c't 02/1991 S.94, 07/2001 S.136)

HP Deskjet, 1991 ...

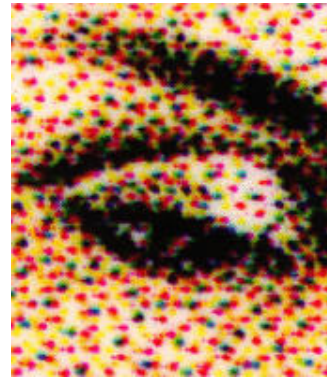
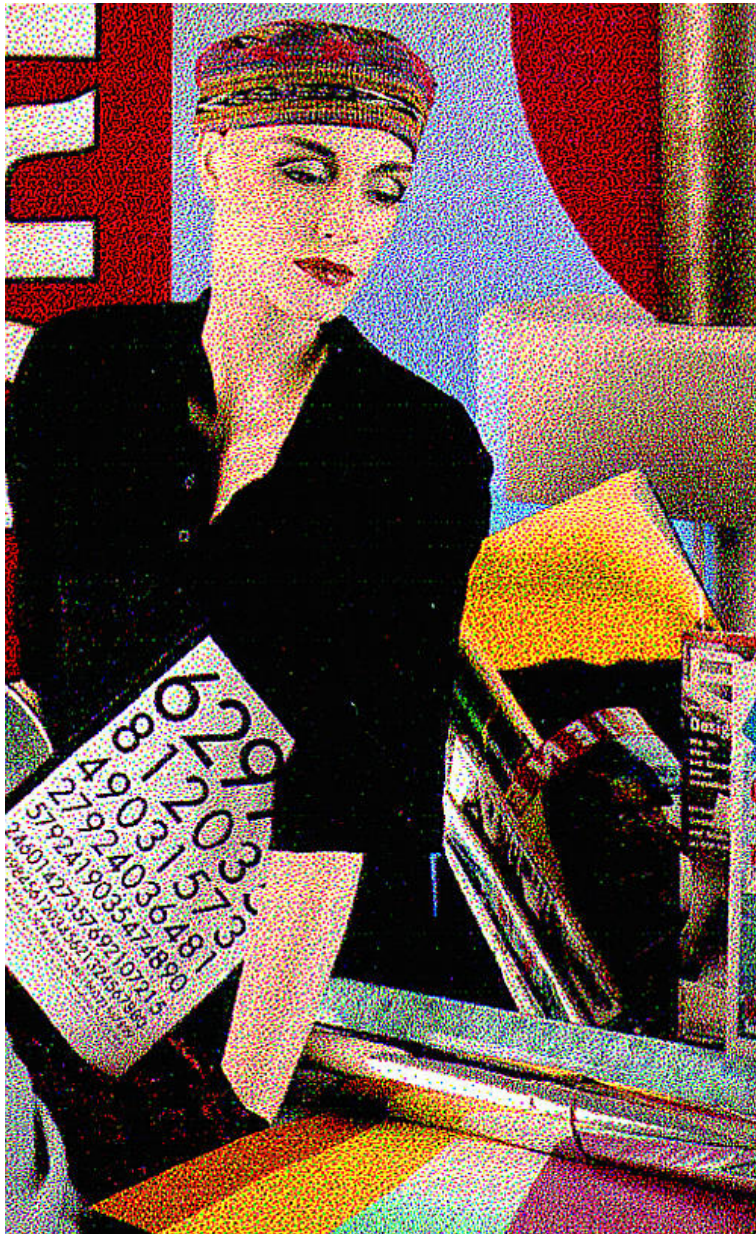


(HP Deskjet 1991, Probeausdruck, 180dpi)



(Abb. aus c't 02/1991 S.94)

... Rasterung 1997 ...



HP 670c
(4 Farben)



Epson Stylus 800
(4 Farben)



Epson Stylus Photo
(6 Farben)

- im weiter verbesserte Rasterung
- und daher auch Farbwiedergabe
- stark vom Treiber abhängig
- Spezialdrucker für Fotoqualität
(z.B. 6 Tinten CMYK, helles CY)

(Abb. aus c't 07/97 S.234 und 09/97 S.84)