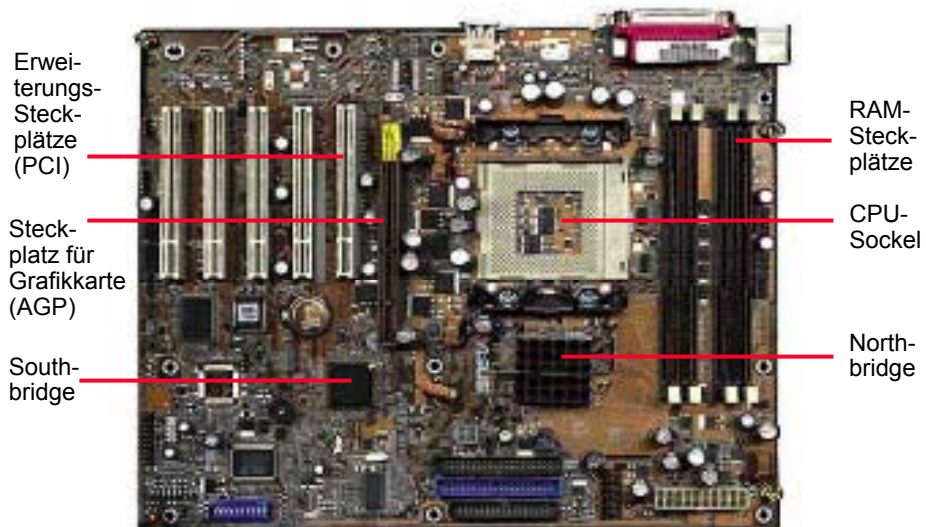


## 3. Konventionelle Ausgabetechnik

- 3.1 Architekturaspekte zur Ausgabe ←  
speziell: Grafikkarten
- 3.2 Anzeigegeräte  
Bildschirme, Displays, Beamer
- 3.3 Drucker

## PC-Mainboard



## Accelerated Graphics Port (AGP)

- Spezialinterface zum Anschluss von Grafikkarten
  - Seit 1997 Standard auf PC-Mainboards
  - Technisch verwandt zum PCI-Bus
  - Verschiedene Varianten (1x, 2x, 3x, 4x, 8x), untereinander inkompatibel
- Physikalisches Interface:
  - In der einfachsten Variante 266 MB/s, in der aufwändigsten (8x) bis zu 2,1 GByte/s
  - Übertragung von Polygon- und Texturdaten, z.B. bei Spielen
  - Hoher Stromverbrauch bei modernen Hochleistungskarten
- Speichernutzung:
  - Grafikkarte hat eigenen Speicher
  - Für grosse Texturen kann teilweise normaler RAM mitverwendet werden (*AGP aperture size*), z.B. 256 MB

## Grafikkarten

- Grafikkarte wandelt von der CPU berechnete Informationen in eine Form um, die von Monitoren darstellbar ist.
- Moderne Grafikkarten enthalten spezialisierte Prozessoren, die die CPU von aufwändigen numerischen Berechnungen entlasten.
  - Pentium 4: 55 Mio. Transistoren
  - ATI Radeon 9700 Pro: 110 Mio. Transistoren
- Low-Level Software-Schnittstellen direkt zur Grafikkarte, vor allem für 3D-Funktionen:
  - DirectX (Microsoft)
  - OpenGL (plattform-übergreifend)



## Aufbau einer Grafikkarte

- RAMDAC: RAM Digital to Analog Converter
- VRAM: Video RAM (gleichzeitig beschreibbar und lesbar)
- GPU: Graphics Processor Unit

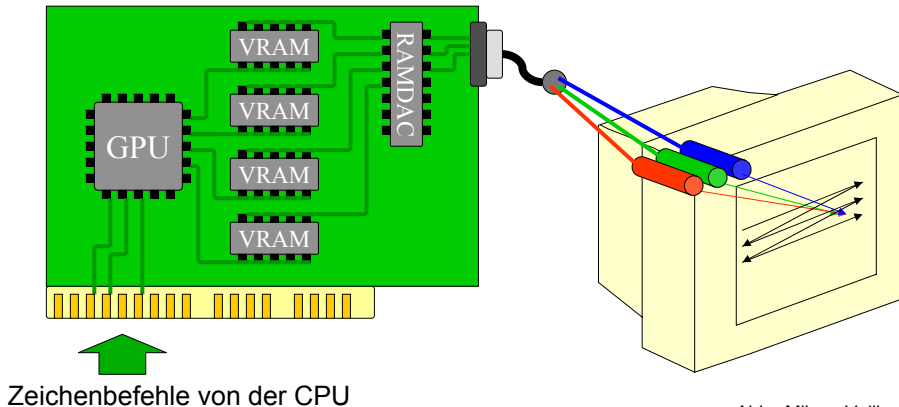


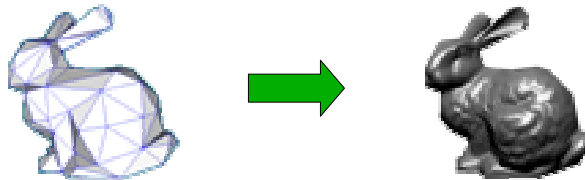
Abb.: Milena Velikova

## Grafik-Speicher

- Bildwiederholtspeicher (*frame buffer*):
  - Speicher, aus dem der RAMDAC das anzuzeigende Bild auslesen kann
  - Notwendige Größe ergibt sich aus Bildgröße (Auflösung) und Farbtiefe
    - » z.B. bei Auflösung 1024 x 768 pixel mit 256 Farben (8 Bit/pixel): 768 kB
- Texturspeicher (*texture buffer*):
  - Speichert darzustellende Texturen
  - Speicher auf Grafikkarte u.U. bei komplexen Szenen nicht ausreichend, deshalb "virtueller Texturspeicher" (Ausweichen auf normales RAM)
- Z-Puffer (*z buffer*):
  - Nur bei dreidimensionalen Darstellungen relevant
  - Speichert den aktuellen z-Achsen-Wert (Tiefe) für das "am weitesten vorne" liegende Objekt eines Pixels, um effektiv Verdeckungseffekte ausnutzen zu können

## Anwendungsbeispiel Texturen in 3D-Grafik

- Belegen von Flächen (Polygonen) mit vordefinierten Texturen
- Berechnung der Beleuchtung
- "Bump Mapping":  
Überlagerung der Textur mit "rauer" Oberflächenstruktur



## Grafikstandards

### MDA (Monochrome Display Adapter):

- Schwarz/Weiss, 25(Zeilen) x 80(Spalten) Textmodus, Auflösung 720x350

### CGA (Color Graphics Adapter):

- 25(Zeilen) x 80(Spalten) Textmodus,
- 320x200 Pixel mit 4 Farben, 640x200 Pixel mit 2 Farben

### Hercules Graphics Card:

- eine Kombination der Lesbarkeit der MDA-Karte und der Grafikfähigkeiten der CGA-Karte mit noch besserer Auflösung

### EGA (Enhanced Graphics Adapter):

- abwärtskompatibel und grössere Auflösung

### VGA (Video Graphics Array):

- 640x480 Pixel mit 2,4 oder 16 Farben
- 320x200 mit 256 Farben

### SVGA (Super Video Graphics Array):

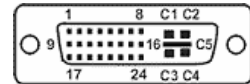
- 640x200, 640x350, 640x480 mit 256 Farben
- grössere Auflösung von 800x600 und 1024x768

## Digitale und analoge Monitoranschlüsse

- Analoger Monitoranschluss:
  - Im wesentlichen Rot-/Grün-/Blau-Komponenten + Taktsignale
  - Verbreitetster Stecker-Standard: VGA 15 Pin



- Digitaler Monitoranschluss:
  - Geeignet für moderne LCD-Displays und andere Digitalmonitore
  - Vermeidet "Umweg" über Analogsignal
  - Verbreitetster Stecker-Standard: DVI
    - » DVI-D: Nur digital
    - » DVI-I: Digital und analog (VGA-Signal über einfachen Steckeradapter)
    - » siehe <http://www.ddwg.org>

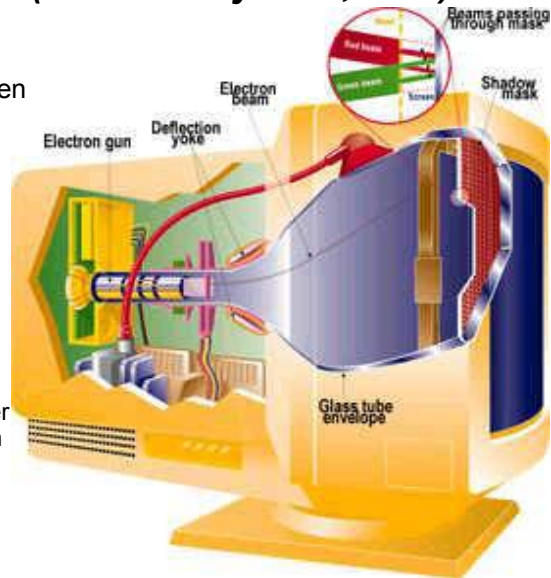


## 3. Konventionelle Ausgabetechnik

- 3.1 Architekturaspekte zur Ausgabe  
speziell: Grafikkarten
- 3.2 Anzeigegeräte ←  
Bildschirme, Displays, Beamer
- 3.3 Drucker

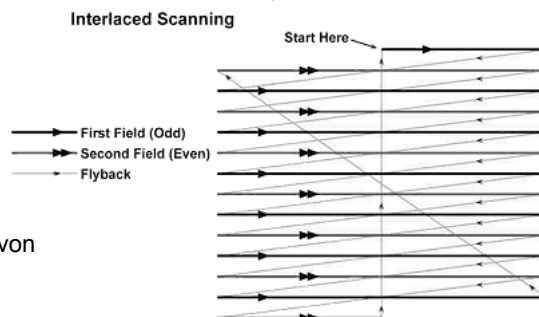
## Kathodenstrahlröhre (cathode ray tube, CRT)

- Karl Ferdinand Braun 1897
- Technologie wie bei heutigen Standard-Fernsehgeräten
- Vakuum-Glasröhre
- Phosphorschicht
  - glüht bei Erhitzung
  - drei Zellen (RGB) je Pixel
- Elektronenstrahlkanonen
  - 3 Strahlen für RGB
- Loch- oder Schlitzmaske
  - für präzise Ausrichtung der Strahlen auf die jeweiligen Farbelemente
- Ablenkungsspulen



## Bildwiederholfrequenz, Interlacing

- Bewegungseindruck:
  - von 25-30 Bildern/s (*frames per second, fps*) aufwärts
  - gut ab 50 fps
- Zum Zeitpunkt der TV-Einführung:
  - 50 fps technisch nicht realisierbar
  - Übertragung von 2 verschachtelten Halbbildern mit je 25 bzw. 30 fps:  
*Interlacing*
  - USA: 60 Hz
  - Europa: 50 Hz
- Computer-Monitore:
  - normalerweise *non-interlacing* (*progressive*)
  - Bildwiederholfrequenzen von 75 Hz aufwärts für flimmerfreies Bild



## Liquid Crystal Display (LCD)

- Technologie ursprünglich für kleine Anzeigen (seit etwa 1980)
  - z.B. Uhren, Taschenrechner
- Technische Basis für Monitore auf LCD-Basis:
  - Flüssigkristalle
  - Polarisationsseffekte
  - Transistor-Aktivmatrix

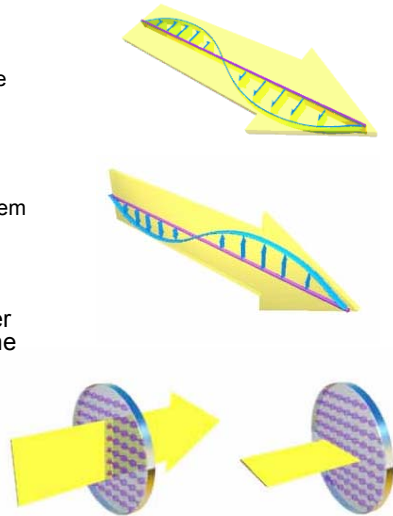


## Flüssigkristalle

- Kristalle:
  - feste regelmässige Struktur, lichtbrechende Eigenschaften
- Reinitzer 1888:
  - Cholesterinbenzoat hat einen "Zwischen-Aggregatzustand":
    - » fest: Kristallcharakter
    - » "Zwischenzustand": flüssig, dennoch lichtbrechend wie ein Kristall
    - » flüssig: nicht mehr lichtbrechend
- Moderne Flüssigkristalle:
  - Im Bereich üblicher Raumtemperaturen
    - » flüssig
    - » aber mit optischen Eigenschaften wie ein Kristall
  - Beeinflussbar durch elektromagnetische Felder

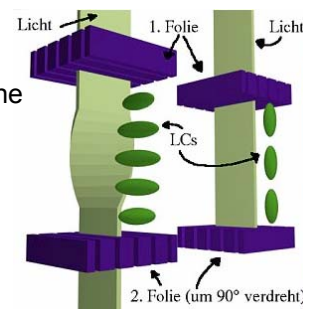
# Polarisation

- Licht hat (als Welle verstanden) Schwingungsebenen
  - *Unpolarisiertes* Licht wechselt fortlaufend die Schwingungsebene
  - *Polarisiertes* Licht hat nur eine Schwingungsebene
- Polarisationsfilter
  - absorbieren alle Schwingungsebenen aus dem Licht bis auf eine
  - liefern als Ergebnis polarisiertes Licht
- Flüssigkristalle können als Polarisationsfilter wirken und vor allem die Schwingungsebene polarisierten Lichts verdrehen!
- Zum Selberlernen ganz einfach erklärt: <http://www.iap.uni-bonn.de/P2K/polarization>



# Prinzip einer Bildschirm-Zelle

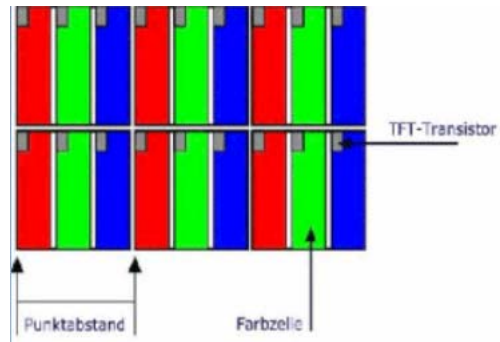
- Zwei um 90° verdrehte Polarisationsfilter
  - Blockieren Lichtdurchgang
- Flüssigkristall-Füllung verdreht Schwingungsebene
  - Lichtdurchgang ermöglicht
- In elektrischem Feld richten sich Moleküle im Flüssigkristall aus
  - Verdrehungseffekt verschwindet
  - Lichtdurchgang wieder blockiert





## Thin Film Transistor (TFT-) Displays

- Matrix aus vielen dünnen und durchsichtigen Transistoren
  - einzeln ansteuerbar und schaltbar
  - je Pixel 3 Transistoren (RGB)
  - 3 verschiedene Farbfilter auf Oberfläche des Monitors
- Extrem hohe Anforderungen an den Fertigungsprozess
  - für 21-Zoll-Monitor: 5,7 Millionen Transistoren



## Vorteile/Nachteile CRT vs. LCD

	CRT:	LCD-TFT:
Gewicht	hoch	niedrig
Preis	niedrig	hoch
Energieverbrauch	hoch	niedrig
Elektromog	ja	nein
Betrachtungswinkel	gross	relativ klein
Helligkeit	sehr gut	gut
Schärfe	akzeptabel	sehr gut
Flimmern	gering	keines
Platzverbrauch	hoch	gering

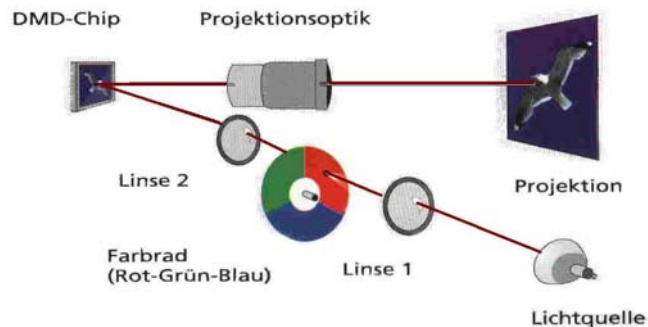
# Plasma-Display

- Prinzip:
  - Glasplatte mit vielen (hunderttausenden) kleinen Löchern
  - Jedes Loch stellt eine miniaturisierte Leuchtstoffröhre dar
- Vorteile:
  - Hohe Lichtstärke, grosser Betrachtungswinkel
- Nachteile:
  - sehr hohe Leistungsaufnahme, hohes Gewicht, begrenzte Lebensdauer, hoher Preis



# Digital Mirroring Device (DMD)

- Für jedes Pixel ein kippbarer Spiegel (DMD Chip)
- Bildschirm mit Lichtquelle bestrahlt
- Je nach der Spiegelstellung mehr oder weniger Licht
- Bei 1 DMD-Chip: rotierendes Rad mit RGB-Flächen => Farbe
- Varianten mit mehreren DMD-Chips (z.B. 3 für RGB)

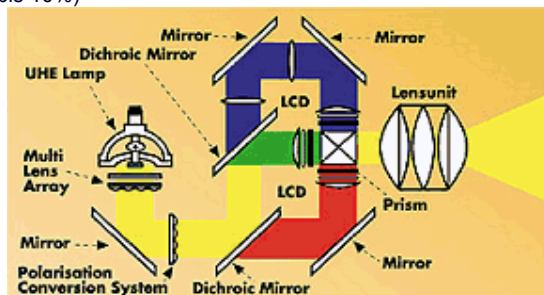


# "Beamer"

- Technologien zur Datenprojektion:
  - LCD-Display
    - » niedrige Lichtdurchlässigkeit, geringe Haltbarkeit (ca. 3 Jahre)
  - Polysilizium-LCD
    - » verbesserte Version der LCD-Technologie, höhere Lichtdurchlässigkeit
  - Digital Mirroring Device
    - » früher teure Spezialtechnologie für Grossanlagen
    - » heute auch in Kleinprojektoren (Texas Instruments DLP-Technologie)
  - Direct-Drive Image Light Amplifier (D-ILA)
    - » sehr teuer und schwer, für Grossanlagen
    - » extrem gute Bildqualität
  - Laser-Display-Technologie (LDT)
    - » drei Laserstrahlen
    - » zukunftsweisende neue Technologie

## Polysilizium-LCD-Technik

- Transistoren auf drei LCD Displays (RGB)
  - Ein Polysilizium-LC-Display pro Farbton
- Licht
  - durch Spiegel in drei Grundfarben aufgespaltet
  - durch LC gestrahlt
  - mittels einem Prismas wieder zusammengefügt.
- weltweit die am weitesten verbreitete Beamer-Technik
  - hohe Lichtdurchlässigkeit (8 bis 10%)
  - leuchtende Farbwiedergabe
  - guter Kontrast, Schnelligkeit.



## Direct-Drive Image Light Amplifier (D-ILA)

- Ähnlich zur Polysilizium 3-LCD-Technik
  - aber reflektierende statt transparenter LCD-Displays
  - hinter jedem Pixel liegt ein Spiegel
  - Ansteuertechnik hinter der lichtführenden Schicht, dadurch hohe Lichtausbeute
  - Im Gegensatz zu DMDs keine mechanisch bewegten Teile (Mikrospiegel, Farbrad)

