

# Medientechnik

Heinrich Hußmann  
Ludwig-Maximilians-Universität München  
Sommersemester 2006

## Lehr- und Forschungseinheit Medieninformatik

**Prof. Dr. Heinrich Hußmann**

**Amalienstr. 17, 5. OG, Raum 508**

Email [hussmann@informatik.uni-muenchen.de](mailto:hussmann@informatik.uni-muenchen.de)

Übungsleitung:

Arnd Vitzthum, Raum 501

Wichtigste Informationsquelle: WWW

Kurzadresse:

**<http://mimuc.de/mt>**

(mimuc = MedienInformatik in MUC;

mt = Medientechnik)

## Inhalt

- Diese Vorlesung: Ergänzendes Wissen zu digitalen Medien
  - Teilweise aufbauend auf „Digitale Medien“ (und im Track B „Informatik II“)
  - Organisiert in zwei „Tracks“
- **Track A** (immer **dienstags**): Hardware, Audio-, Foto- und Video-Technik
  - Ein- und Ausgabegeräte, Speichermedien, digitale Hardware-Schnittstellen
  - Grundlagen der Fototechnik, digitale Fotografie, Bildbearbeitung
  - Audio-Aufnahme- und Wiedergabetechnik, Tonbearbeitung
  - Film- und Videotechnik analog und digital, digitaler Filmschnitt
- **Track B** (immer **freitags**): Medienbezogene Programmierung in **Java**
  - Programmierung grafischer Benutzungsoberflächen (Bsp. Java Swing)
  - 2D- und 3D-Computergrafik mit Java
  - Bildverarbeitung mit Java
  - Tonverarbeitung mit Java
  - Medienverarbeitung mit Java
  - Web-Programmierung mit Java

## Begleitende Literatur

*Zu dieser Vorlesung empfohlen:*

- Peter A. Henning: Taschenbuch Multimedia, 2. Auflage, Fachbuchverlag Leipzig/Carl Hanser 2001
- Andreas Holzinger: Basiswissen Multimedia, Band 1: Technik, Vogel Verlag, 2000
- Ralf Steinmetz: Multimedia-Technologie. Grundlagen, Komponenten und Systeme, Springer, 2000

*Kapitelspezifische und weiterführende Literatur:*

- Bei den einzelnen Kapiteln angegeben
- Siehe auch die Web-Seiten zur Vorlesung !

## Vorlesung und Übungen

- Vorlesung "Medientechnik":
  - Konzepte, Überblickswissen, **keine** vollständigen technischen Detailinformationen
- Übungen "Medientechnik":
  - Praktische Anwendung und Ergänzung des Vorlesungsstoffs
  - Zum Themenschwerpunkt Hardware/Technik:
    - » Drei Laborexperimente in kleinen Gruppen (mit Hausaufgaben zur Ausarbeitung):  
Themen Foto, Video, Sound
  - Zum Themenschwerpunkt Programmierung:
    - » Übungsgruppen, Programmier-Hausaufgaben
  - Übungstermine (Amalienstr. 17, Raum 105 oder Rechnerraum):
    - » Mittwochs 8:30 – 10:00
    - » Freitags 12:15 – 13:45
    - » Freitags 14:15 – 15:45
  - **Keine Übungen in der ersten Semesterwoche!**
- Erwerb des Leistungsnachweises:
  - Teilnahme an allen drei *Laborexperimenten*
  - Erfolgreiche Lösung von Hausaufgaben zu den Themenbereichen Foto, Audio & Video
  - *Klausur* gegen Ende der Vorlesung

## Gliederung

### **Track A (Technik, dienstags):**

- A1. Eingabe- und Ausgabetechnik
- A2. Fototechnik und digitale  
Bildbearbeitung
- A3. Tonechnik und digitalen  
Tonbearbeitung
- A4. Film- und Videotechnik und  
digitale Videobearbeitung
- A5. Schnittstellen und  
Speichermedien
- A6. Digitale Rundfunktechnik

### **Track B (Programmierung, freitags):**

- B1. Ein-/Ausgabebetonte  
Programmierung (Swing)
- B2. 2D-Computergrafik (Java 2D)
- B3. Bildbearbeitung (Java Advanced  
Imaging)
- B4. Toneinbindung und Tonbearbeitung  
(Java Sound)
- B5. Frameworks zur Medieneinbindung  
(Java Media Framework)
- B6. 3D-Computergrafik (Java 3D)
- B7. Web-Programmierung (Applets,  
Servlets, Java Server Pages)

# A1. Eingabe- und Ausgabetechnik bei Rechnersystemen

A1.1 Architektur von Ein-/Ausgabesystemen



A1.2 Geräte zur Texteingabe

A1.3 Zeigegeräte

A1.4 Grafikkarten

A1.5 Anzeigegeräte

A1.6 Drucker

Literatur:

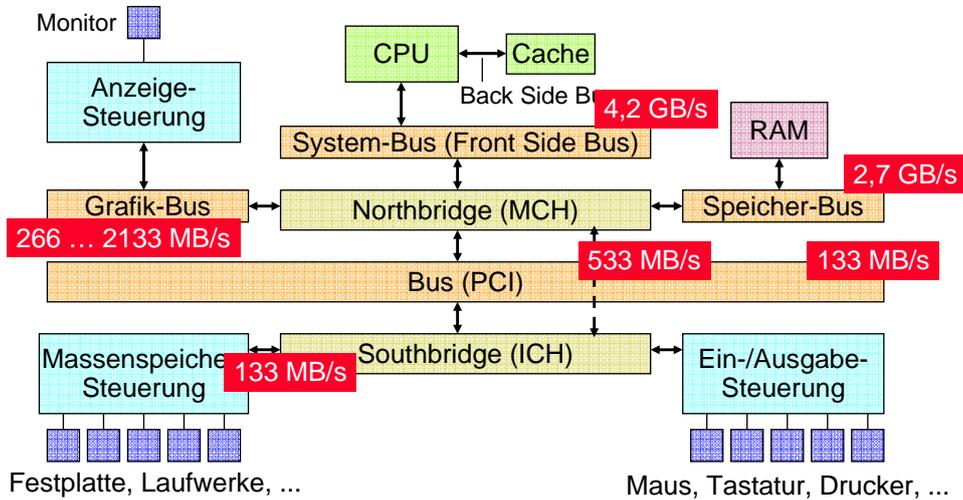
H.-P. Messmer, K. Dembowski, PC-Hardwarebuch, 7. Auflage,  
Addison-Wesley 2003 (Kap. 17)

## Hardware-Evolution

- Beispiel Standard-PC-Architektur
- Erster Standard-PC (IBM, 1981):
  - Prozessor Intel 8088, 4.77 MHz
  - Hauptspeicher 16 KB – 64 KB
  - Grafikkarte monochrom
  - Reine Textanzeige (25 Zeilen zu 80 Zeichen)
  - Keine Maus
- Heute (2006) gängig:
  - Prozessoren mit über 3,5 GHz Takt
  - Hauptspeicher 1 GB
  - Grafikkarten mit 16 Mio. Farben, 2D- und 3D-Grafikbeschleunigung, Grafikspeicher z.B. 256 MB
  - Maus
  - Soundsystem



## PC-Architektur und Busgeschwindigkeiten



## Integration von Ein-/Ausgabe im Betriebssystem

- Zwei prinzipielle Alternativen zur Überwachung und Aufnahme von Benutzereingaben:
- "Polling": Regelmässiges Abfragen der Signale des externen Geräts
  - Hohe Belastung der Rechenleistung
  - Nur sinnvoll bei schnell und laufend veränderlichen Informationen
  - z.B. Mausbewegung
- "Interrupt": Unterbrechung der aktuellen Berechnung
  - Hardware-Mechanismus zur vorrangigen Behandlung durch Betriebssystem
  - Sinnvoll vor allem bei unvorhersehbaren und vergleichsweise seltenen Eingabeereignissen
  - z.B. Mausklick, Tastatureingabe

# A1. Eingabe- und Ausgabetechnik bei Rechnersystemen

A1.1 Architektur von Ein-/Ausgabesystemen

A1.2 Geräte zur Texteingabe ←

A1.3 Zeigergeräte

A1.4 Grafikkarten

A1.5 Anzeigergeräte

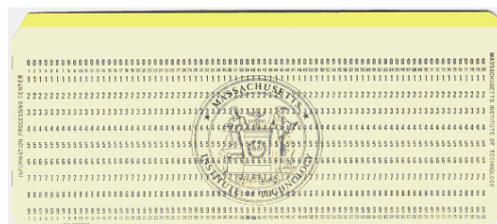
A1.6 Drucker

Literatur:

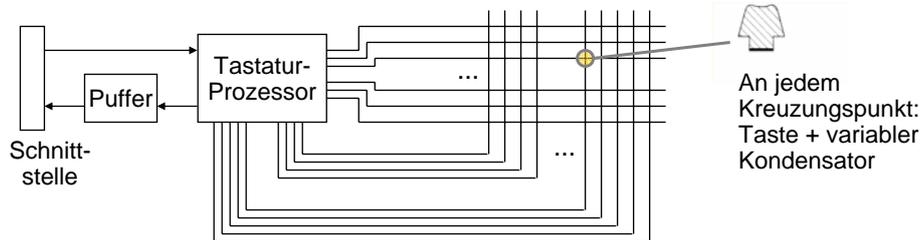
H.-P. Messmer, K. Dembowski, PC-Hardwarebuch, 7. Auflage, Addison-Wesley 2003 (Kap. 17)

## Texteingabe: Geschichte

- Eingabe von Text ist schon immer wesentlich für den Betrieb von Rechenanlagen
  - Daten und Programme sind Zeichenfolgen
  - Erster Abstraktionsschritt nach der Binäreingabe: Text
    - » Assemblerprogramme, höhere Programmiersprachen
- Dominierende Eingabegeräte bis ca. 1970:
  - Lochstreifen
  - Lochkarten
    - » 1 Karte entspricht einer Textzeile
    - » Karte (entspricht) Zeile) hat 80 Spalten
    - » Lochung in den Spalten codiert Zeichen



## Tastatur: Grundsätzlicher Aufbau

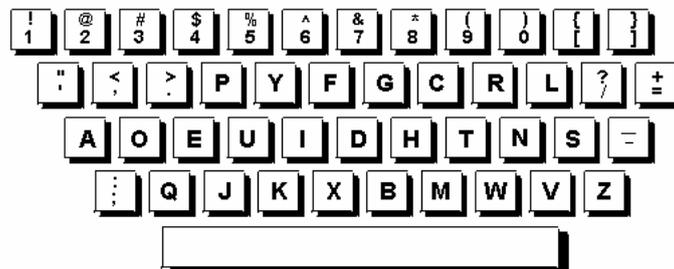


- Scan-Matrix
  - Zweidimensionales Array von variablen Kondensatoren
- Tastaturprozessor:
  - testet laufend aktuellen Zustand
    - » spaltenweise Spannung anlegen und dann Kapazität zu Zeilen prüfen
  - Ermittelt Tastaturcode
  - Erzeugt Datenstrom entsprechend Schnittstelle



## Dvorak-Tastatur

- Ergonomisches Tastatur-Layout:
  - Dr. Dvorak (Univ. of Washington, Seattle; 1894-1975)
  - Basiert auf ausführlichen wissenschaftlichen Untersuchungen
  - Angeblich dem "QWERTY"-Layout (zumindest für Englisch) überlegen
  - Alternative Treiber für verschiedene Betriebssysteme verfügbar



# A1. Eingabe- und Ausgabetechnik bei Rechnersystemen

A1.1 Architektur von Ein-/Ausgabesystemen

A1.2 Geräte zur Texteingabe

A1.3 Zeigegeräte



A1.4 Grafikkarten

A1.5 Anzeigegeräte

A1.6 Drucker

Literatur:

Henning Abschnitt 7.1

## Manuelle Zeigegeräte

- Manuelle Zeigegeräte ermöglichen die Festlegung von Punkten und Richtungen, allgemeiner also von Vektoren.
  - Zweidimensionale Eingabe
  - Dreidimensionale Eingabe (siehe etwas später)
- Klassifikationen:
  - *direkt* oder *indirekt*: Integration mit Darstellung oder abgesetztes Gerät (Beispiele: Touchscreen = direkt, Maus = indirekt)
  - *diskret* oder *kontinuierlich* (Beispiele: Touchscreen-Zeigefelder = diskret, Maus = kontinuierlich)
  - *absolute* oder *relative* Positionierung (relativ zur Vorgängerposition) (Beispiele: Touchscreen = absolut, Maus = relativ)

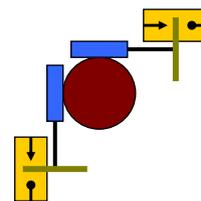
## Maus (1)

- Bekanntestes Zeigergerät
  - Entwickelt von Doug Engelbart 1964, 1973 eingesetzt im Xerox "Alto"-System
  - Auflösung typisch 100...300 Impulse/cm (bzw. 250...800 cpi, *counts per inch*)
  - Klassifikation: indirekt, kontinuierlich, relative Positionierung
- Prinzip:
  - Bewegung der Maus in x- und y-Richtung wird durch Sensoren ermittelt und von Treibersoftware ausgewertet
  - Meist Darstellung einer aktuellen Position als Mauszeiger (*cursor*) auf dem Bildschirm
  - Maus kann ihre absolute Position nicht mitteilen
  - Bewegung der Maus meist klein im Vergleich zur Auslenkung des Mauszeigers auf dem Bildschirm
    - » Geschwindigkeit des Cursors individuell einstellbar
    - » "ballistische" Steuerung: Cursor bewegt sich bei schnellen Bewegungen überproportional schnell



## Maus (2)

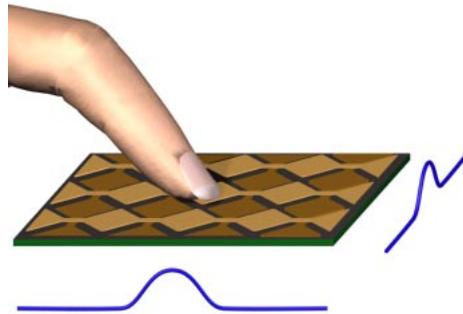
- Mechanische Maus:
  - Kugel nimmt Bewegung auf und überträgt x- und y-Komponente auf Drehwalzen
  - Drehung der Walzen durch Lochscheiben und Lichtschranken in digitales Signal umgewandelt
  - Je Scheibe zwei Lichtschranken: ermöglicht die Bestimmung der Drehrichtung



- Optische Maus:
  - Kommt ohne Kugel aus – geringeres Verschmutzungsproblem
  - Ältere Modelle: Spezielle Unterlage (horizontale/vertikale Striche) wird beleuchtet und Reflexlicht mit Fotosensoren ausgewertet
  - Neuere Modelle: Arbeiten mit beliebiger Unterlage (Bildverarbeitungstechnologie)

## Touchpad

- Rechteckige berührungsempfindliche Fläche (z.B. 6 x 8 cm)
- Bewegung des Cursors durch Fingerbewegungen beschrieben
- Anwendung sehr ähnlich zu Maus
  - Klassifikation: indirekt, kontinuierlich, relative Positionierung
- Funktionsprinzip:
  - Zweidimensionales Elektrodenraster, bildet Array von Kondensatoren
  - Annäherung eines elektrisch leitfähigen Gegenstands (bzw. des Fingers) verändert die Kapazität
  - Auflösung bis zu 1000 cpi



Quelle: [www.synaptics.com](http://www.synaptics.com)

## Grafiktablett

- Position eines (kabellosen) Griffels oder einer Lupe auf einer speziellen rechteckigen Arbeitsfläche wird 200- bis 500mal je Sekunde gemessen
  - Klassifikation: indirekt, kontinuierlich, *absolute* Positionierung
- Techniken zur Positionsbestimmung:
  - Elektrischer Widerstand oder Kapazität in Leitermatrix
  - Per Ultraschall (*tracking*)
  - Über Magnetfelder
  - Magnetostriktion (d.h. Messung der magnetischen Effekte der Verformung)
- Auflösung bis zu 1000 Linien/cm (2500 cpi)
  - Hohe Präzision
  - Sichere absolute Positionierung
- Anwendung:
  - bei manuellen Zeichenvorgängen mit hoher Genauigkeitsanforderung
  - zur manuellen Digitalisierung von (Papier-)Vorlagen
- „3D-Grafiktablett“: Zusätzliches Messen von Höhe oder Druck am Stift



# A1. Eingabe- und Ausgabetechnik bei Rechnersystemen

A1.1 Architektur von Ein-/Ausgabesystemen

A1.2 Geräte zur Texteingabe

A1.3 Zeigegeräte

A1.4 Grafikkarten ←

A1.5 Anzeigegeräte

A1.6 Drucker

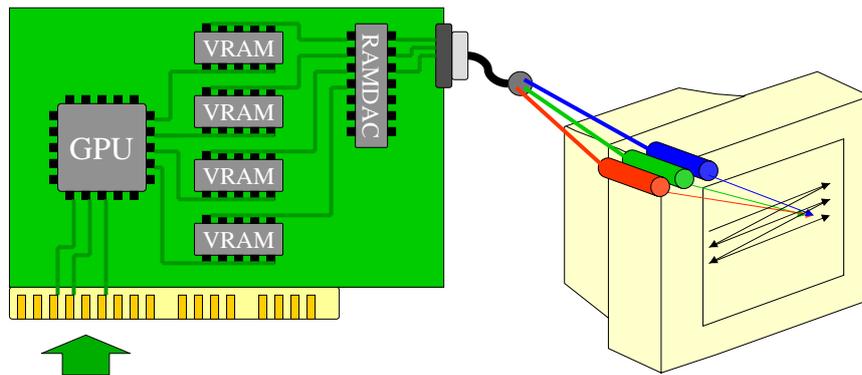
## Grafikkarten

- 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



Zeichenbefehle von der CPU

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

## 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

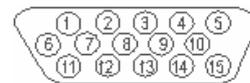
### SVGA (Super Video Graphics Array):

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

## Digitale und analoge Monitoranschlüsse

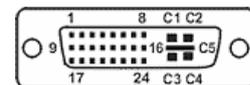
### • Analoger Monitoranschluss:

- 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>



# A1. Eingabe- und Ausgabetechnik bei Rechnersystemen

A1.1 Architektur von Ein-/Ausgabesystemen

A1.2 Geräte zur Texteingabe

A1.3 Zeigergeräte

A1.4 Grafikkarten

A1.5 Anzeigegeräte

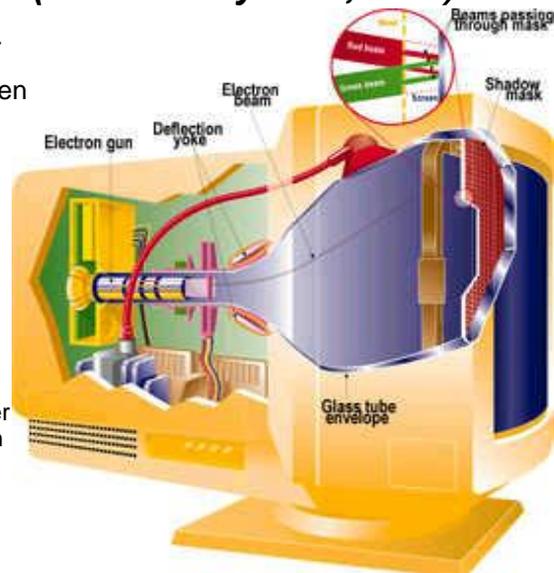


Bildschirme, Displays, Beamer

A1.6 Drucker

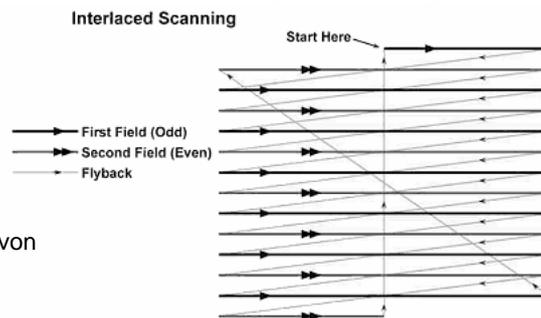
## Kathodenstrahlröhre (*cathode ray tube, CRT*)

- 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
  - Polarisationseffekte
  - Transistor-Aktivmatrix

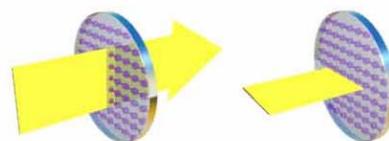
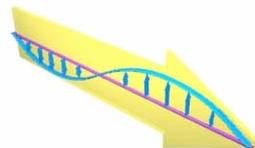
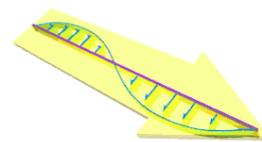


## Flüssigkristalle

- 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

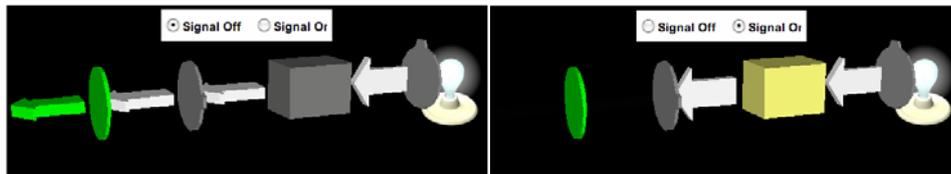
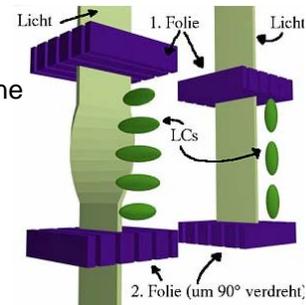
## Polarisation

- 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>



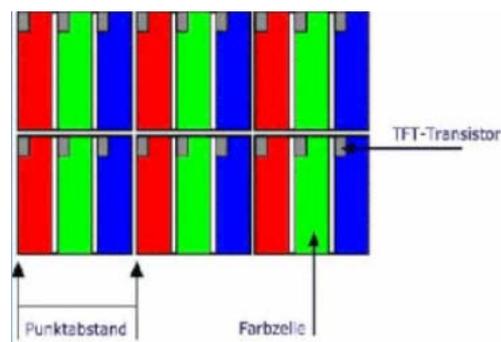
## Prinzip einer Bildschirm-Zelle

- 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

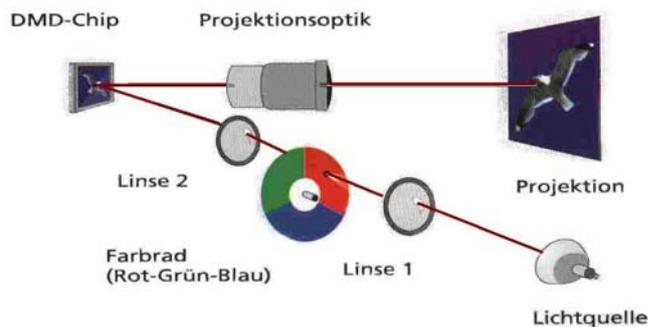
## Plasma-Display

- 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

# A1. Eingabe- und Ausgabetechnik bei Rechnersystemen

A1.1 Architektur von Ein-/Ausgabesystemen

A1.2 Geräte zur Texteingabe

A1.3 Zeigegeräte

A1.4 Grafikkarten

A1.5 Anzeigegeräte

A1.6 Drucker 

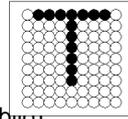
Literatur: Henning Kapitel 7.4

## Drucker

- Ein **Drucker** ist ein Peripheriegerät, das digitale Zeichen und Bilder auf Papier darstellt.
- Grobe Klassifikation:
  - papiergebundene Bilderzeugung (*impact printer*)
    - » Bsp.: Nadeldrucker
  - papierunabhängige Bilderzeugung (*non-impact printer*)
    - » Bsp.: Laserdrucker
- Behandlung von Farbe:
  - Schwarz/Weiss-Drucker
    - » anhaltend hohe Verbreitung wegen Bedeutung für Texte (Büro, Bücher, ...)
  - Farbdrucker
    - » grundsätzlich beim Drucken subtraktive Farbmischung, d.h. CMY(K)-Farbmodell

## Ältere Druckertypen mit Farbband

- Typenraddrucker (*character wheel printer*)
  - ähnlich zu einer Schreibmaschine, Typen schlagen durch Farbband
  - Wechsel der Schriftart erfordert Austausch des Typenrades
- Nadeldrucker (*dot matrix printer*)
  - Drucknadel baut Grafik oder Zeichen pixelweise auf
  - Flexibler als Typenraddrucker; schlechte Auflösung (und damit Druckbreite)
  - Meist unangenehm laut und relativ langsam (max. 1 Zeile/Sekunde)
- Zeilendrucker (*character line printer*)
  - Drückt eine ganze Zeile, z.B. mit einer pro Position verstellbaren Typenwalze
  - Klassisches Verfahren zum Massendruck in Rechenzentren (ca. 250 Zeilen/Minute), meist gelochtes Endlospapier
- Vorteil der (immer papiergebundenen) Farbbandverfahren:
  - Erstellung von Durchschlägen
  - Immer noch im Einsatz für Rechnungen, Ausgabe von PIN/TAN-Listen etc.



## Thermodrucker

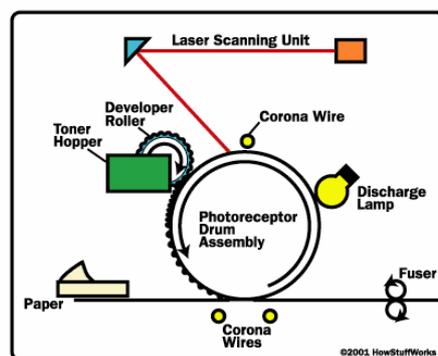
- Spezialpapier
  - verfärbt sich unter Hitzeeinwirkung
- Druckvorgang:
  - Heisse Nadel brennt das darzustellende Bild pixelweise auf das Papier
- Verbreitung:
  - nur noch gering, z.B. bei Kassensystemen, älteren Faxgeräten
- Problem:
  - Papier rollt sich stark
  - Fertige Drucke vergilben schnell

## Laserdrucker: Geschichte

- 1938: Chester Carlson erfindet "Elektrofotografie", ein Trocken-Druckverfahren, das auf elektrischer Aufladung einer Trommel basiert
  - Basis für Fotokopierverfahren ("Xerox")
- 1969-71: Erster Laserdrucker (EARS) wird am Palo Alto Research Center (PARC) entwickelt
  - Gary Starkweather: Xerox-Fotokopierer, dessen Trommel mit computergesteuertem Laser beschrieben wird
- Erster kommerzieller Laserdrucker:
  - entweder Xerox 9700 (1977)
  - oder IBM 3800 (1976), bereits mehr als 100 Seiten/Minute
- 1985: Apple LaserWriter
  - Erster Drucker mit PostScript (Adobe)
  - Motorola 68000 CPU mit 12 MHz, damals aktuelle Macintosh-Desktop-Rechner
  - Auslöser des "Desktop Publishing" (DTP)
- 1992: Hewlett-Packard LaserJet 4, erster 600x600 dpi Laserdrucker



## Laserdrucker: Funktionsprinzip



- Koronadraht lädt Trommel positiv auf
- Laserstrahl entlädt Stellen der Trommel, an denen gedruckt werden soll
- Tonerstaub wird aufgetragen: positiv geladen, haftet wo belichtet
- Abrollen der Trommel auf stark negativ geladenes Papier (*transfer corona wire*) und Entladung des Papiers (*detac corona wire*)
- Fixierung durch Erhitzung (*fuser*)

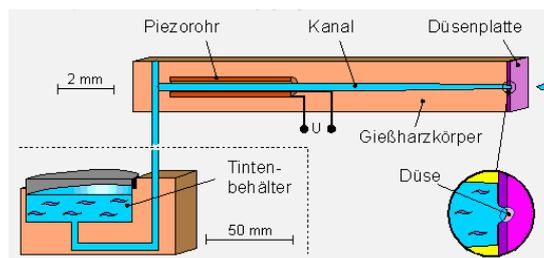
## Tintendrucker



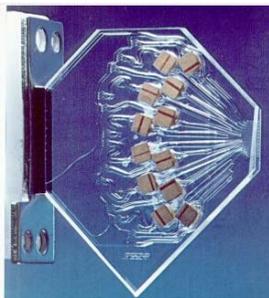
- Geschichte:
  - Seit 1978 Technologie verfügbar (Siemens, Hewlett-Packard)
  - Erster kommerzieller Erfolg Hewlett-Packard ThinkJet 1984
- Funktionsprinzip:
  - Genau gesteuerte Bildung von Tintentröpfchen
  - Übertragung auf Papier aus geringem Abstand durch Düse
  - Häufigstes technisches Problem: Verkleben der Düsen
- Tinte (heute fast immer farbig):
  - Typischerweise drei oder vier verschiedene Behälter: CMY oder CMYK
- Mechanismus zur Tröpfchen-Bildung:
  - mithilfe von Piezo-Elementen (Piezo-Effekt: Spannungsabhängige Verbiegung bei Keramikmaterial)
  - durch Verdampfung und Rekondensation
  - (ältere Drucker auch mit elektrostatischen Effekten und Ultraschall)
- Praktischer Aspekt:
  - Tinten-Ausdrucke auf Transparentfolie gut geeignet für Durchlicht
- Detailinformationen: <http://www.inksystems.de/info-tintenstrahldrucker.php>

## Evolution der Tintendrucktechnik

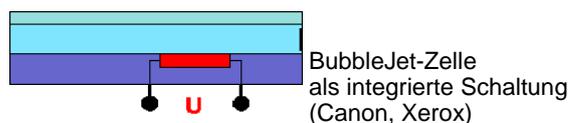
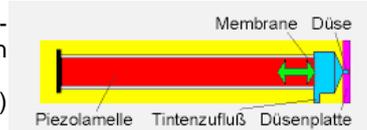
Siemens  
"Drop on Demand"  
(1977)



Glasgeätzter  
Piezo-Druckkopf  
(Epson 1985)



Piezo-  
Lamellen  
(Dataproducts,  
1987)



BubbleJet-Zelle  
als integrierte Schaltung  
(Canon, Xerox)

## Thermografische Drucker

- Funktionsprinzip:
  - Farbe liegt auf speziellen Folien oder Druckbändern vor
  - Mechanik positioniert Druckkopf über gewünschter Stelle des Papiers und positioniert passende Farbfolie zwischen Druckkopf und Papier
    - » meist nur eine Farbe je Durchgang über Blatt, d.h. 3 Durchgänge
  - Druckkopf erhitzt sich (je nach gewünschtem Färbungsgrad), Farbe schmilzt oder verdampft und wird auf das Papier übertragen
  - Mischfarben ergeben sich durch Zusammenschmelzen der drei Farben
- Gut geeignet für glänzende Oberflächen, erlaubt genaue Steuerung der Farbmischung
  - besonders geeignet zum Fotodruck
- Thermotransfer-Druck:
  - Farbträger in Kontakt mit dem Papier
- Thermosublimations-Druck:
  - Farbe wird durch Diffusionseffekte über kleinen Luftspalt übertragen