

3. Konventionelle Ausgabetechnik

3.1 Architektur Aspekte zur Ausgabe

speziell: Grafikkarten

3.2 Anzeigegeräte

Bildschirme, Displays, Beamer

3.3 Drucker

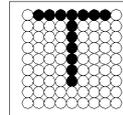
Literatur: Henning Kapitel 7.4

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 Druckbild)
 - 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.



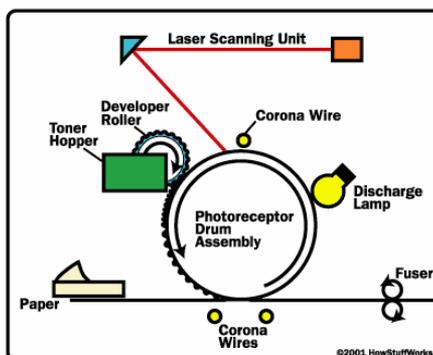
Thermodrucker

- 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
- 1983(?): Apple LaserWriter
 - Erster Drucker mit Seitenbeschreibungssprache PostScript (Adobe)
 - Motorola 68000 CPU mit 12 MHz, leistungsfähiger als die damals aktuellen Macintosh-Desktop-Rechner
 - Auslöser des sogenannten "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 belichtetet
- Abrollen der Trommel auf stark negativ geladenes Papier (*transfer corona wire*) und Entladung des Papiers (*detac corona wire*)
- Fixierung durch Erhitzung (*fuser*)

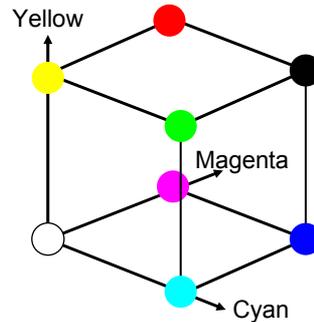
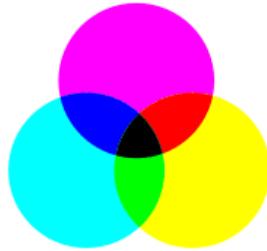
Laserdrucker: Details

- Oft LED-Zeilen statt Laserstrahl
 - geringere Ozonbelastung
- Toner: auf Wachs- oder Kunststoffbasis
- Fixierung:
 - Infrarotheizung, Heizspulen oder Xenonröhre
- Details der Bilderstellung:
 - Rolle der Ladungen variiert in verschiedenen konkreten Technologien
 - Vorladung des Papiers verschieden gehandhabt
- Auflösung:
 - Einfache Haushalt-/Bürogeräte: ab 300, meist schon 1200 dpi
 - Professionell derzeit: 2400 dpi
- Druckgeschwindigkeiten:
 - Einfache Haushalt-/Bürogeräte: ab ca. 4 Seiten/Minute
 - Hochleistungsdrucker: 100 bis zu 10.000 Seiten/Minute
- Farblaserdrucker bis vor kurzem noch teuer

Laserdrucker: Seitenbeschreibung

- Laserdrucker enthalten Speicher zur Zwischenspeicherung der darzustellenden Seiten
- Seiten werden in einer *Seitenbeschreibungs-Sprache (page description language)* zum Drucker übertragen, dort gespeichert und interpretiert (gerendert)
 - Hewlett-Packard PCL (*printer command language*)
 - Adobe PostScript
 - Prinzipiell immer Vektorgrafik-Sprachen
- Raster Image Processor (RIP):
 - Umrechnung der Vektorgrafik-basierten Information in Bitmap-Daten
- Graphical Device Interface (GDI):
 - Rasterbild bereits vom druckenden Computer erzeugt

Subtraktives Farbmodell: CMY(K)



- Meistverwendetes Modell zur Ausgabe auf reflektierenden Ausgabemedien (z.B. Farbdrucker)
- Anschaulich: Farbfilter subtrahieren Farbwerte
- Für Drucker oft vierte Komponente "schwarz" (black), deshalb CMYK
 - Tintensparnis, präziseres Bild, vermeidet "Durchnässen" des Papiers

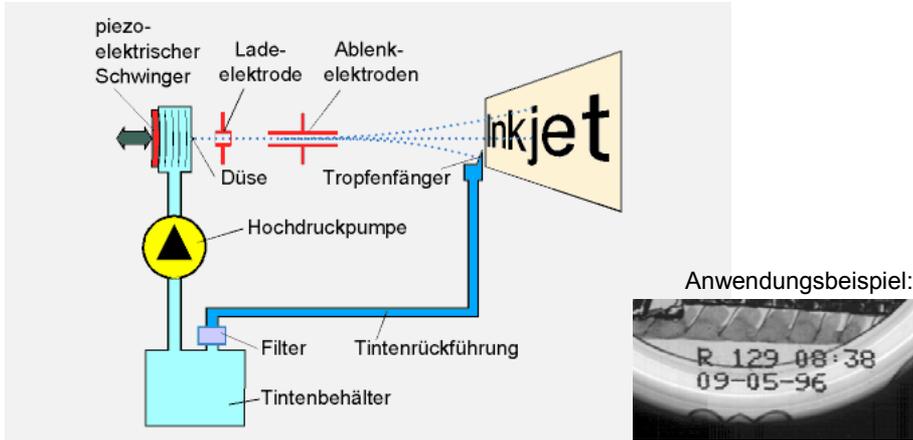
Tintendrucker

- 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>



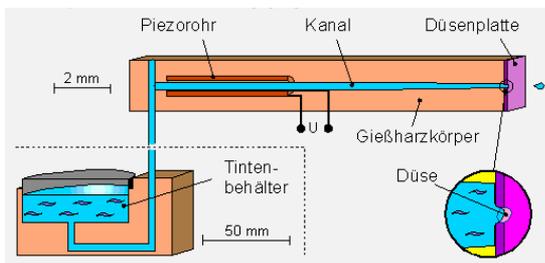
Echter Tintenstrahldrucker

- Tinte wird mit hoher Geschwindigkeit auf praktisch beliebige Gegenstände gespritzt
- Beispiel "Continuous Jet"-Verfahren:

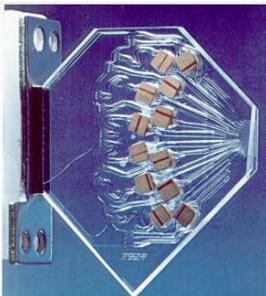


Evolution der Tintendrucktechnik

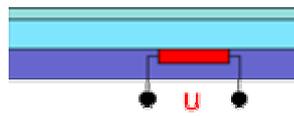
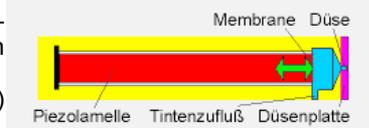
Siemens
"Drop on Demand"
(1977)



Glasgeätzter
Piezo-Druckkopf
(Epson 1985)



Piezo-Lamellen
(Dataproducts,
1987)

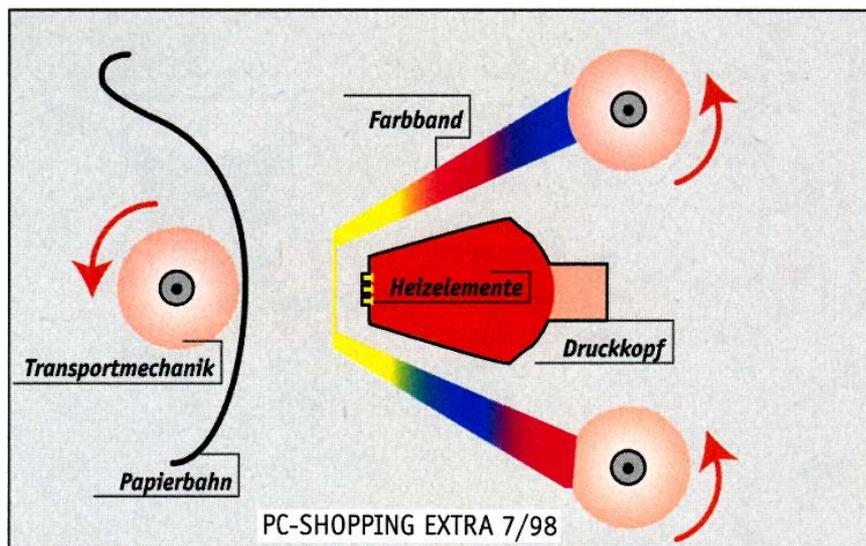


BubbleJet-Zelle
als integrierte Schaltung
(Canon, Xerox)

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

Funktionsweise Thermosublimationsdrucker



Exkurs: Geschäftsmodelle im Drucker-Bereich

- **"Razor and blades business model"**
(auch: "bait and hook model", "tied products model", Koppelproduktmodell)
 - Angeblich erfunden von King C. Gillette, amerikanischer Hersteller von manuellen Rasierapparaten und Klingen
 - Prinzip: Verkaufe ein Grundprodukt zu extrem günstigem Preis (praktisch zu Herstellungskosten, manchmal sogar mit Verlust) und erziele den Gewinn durch Verbrauchsartikel, die für die Verwendung des Hauptprodukts nötig sind.
 - Weit verbreitet im Markt für Drucker (Tintenstrahl- und Laserdrucker)
 - » Grund für die Inkompatibilität der Systeme verschiedener Hersteller
 - Juristisch zweifelhaft, z.B. bei Autoersatzteilen existieren in den USA Gesetze, die dieses Geschäftsmodell ausschliessen