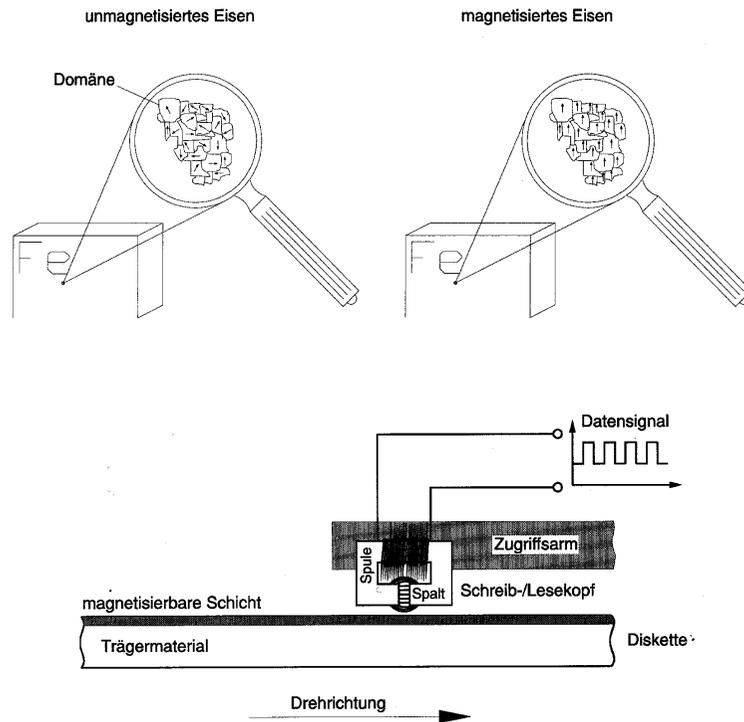


4.1 Prinzip der magnetischen Aufzeichnung



Merke:

Nur unterschiedlich magnetisierte Bereiche (\Rightarrow Flußwechsel) induzieren eine Spannung an den Spulenklammern !

4.1.1 Aufzeichnungsverfahren FM und MFM

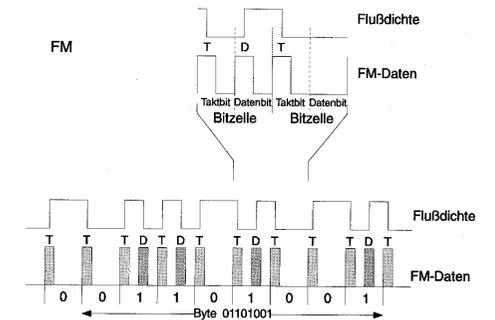
Information in Bitzellen

1 Bitzelle enthält 1 Taktbit (zur Synchronisation) und 1 Datenbit (0 oder 1)

Jeder gelesene Impuls entspricht einem Flußwechsel

FM: (Frequency modulation)
Taktbit immer vorhanden

höhere Pulsfrequ. \Rightarrow Datenbit=1



MFM: (Modified FM)

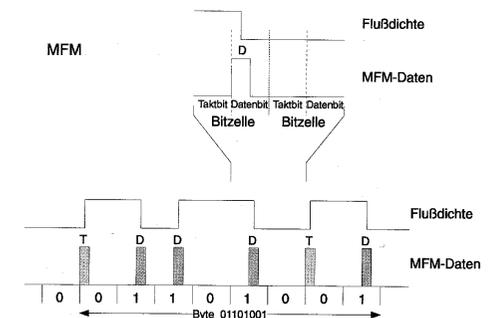
Kodierungsregel:

Taktbit nur, wenn letztes & aktuelles Datenbit = 0

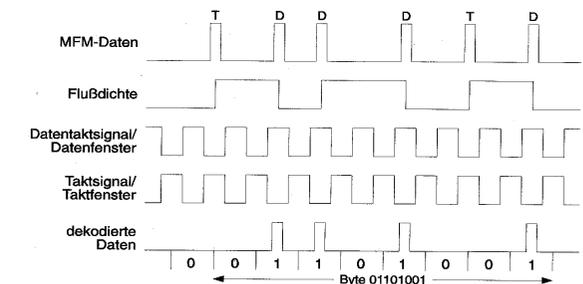
\Rightarrow weniger Flußwechsel

\Rightarrow bei gleicher Flußwechsel-
frequenz halbierte Bitzellen

\Rightarrow doppelte Informationsdichte
bei gleichem Speichermedium



MFM Dekodierung:



4.1.2 Aufzeichnungsverfahren RLL

FM/MFM: aufgezeichnete Taktbits reduzieren Netto-Datenkapazität andererseits sind, weil Datenbits über langen Zeitraum 0 sein können, Synchronisationsbits nötig, da mechanische Toleranzen möglich

Ansatz: Weglassen der Taktbits
Dafür durch Datenumkodierung sicherstellen, daß ein Datenwort nur eine begrenzte Anzahl von NULLEN aufweist
Allein aus dem zeitlichen Abstand zwischen aufeinanderfolgenden Pulsen wird berechnet, wieviele Nullen dazwischen liegen
⇒ RLL: Run length limited (begrenzte Lauflängenkodierung)

RLL x,y Umkodierung von Datenbitgruppen so, daß minimal x und maximal y Nullen aufeinanderfolgen

Beispiel:

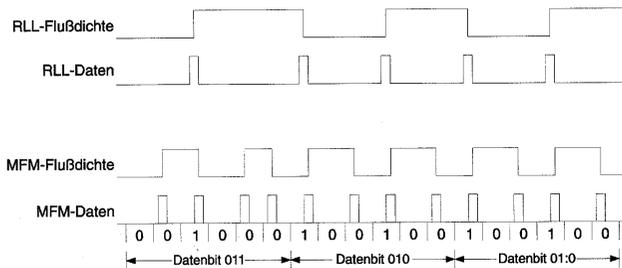
Eigenschaften
- variable
- max. 4 x 0
⇒ y = 7
- min. 2
aber:

Datenbitgruppe	RLL 2,7 Code
000	000100
10	0100
010	100100
0010	00100100
11	1000
011	001000
0011	00001000

n:
Längen
vor und max. 3 x 0 nach 1

Nullen nach 1 ⇒ x = 2
Codewortlänge verdoppelt

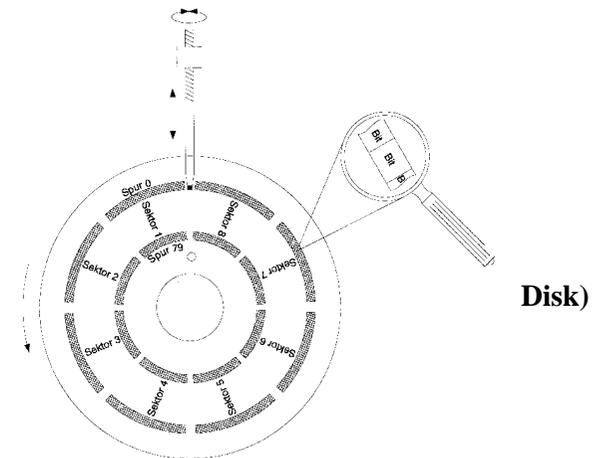
Vergleich des MFM-Verfahrens mit RLL



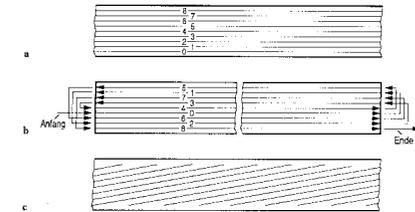
⇒ Statistische Analyse zeigt, daß RLL 2,7 nur 1/3 der Flußwechsel von MFM benötigt (= 3-fache Packungsdichte) bei doppelt so langem Codewort ⇒ Nettokapazitätserhöhung der Aufzeichnung = 50%

4.1.3 Einteilung in Spuren (Tracks) und Sektoren

Festplatte (Hard Floppy Disc)



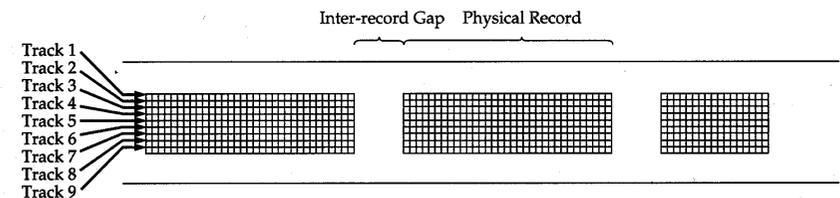
Langbandgerät



QIC-Streamer-Kassette
(Kapazität < 1 GB)

Videoband-Streamer (<10 GB)

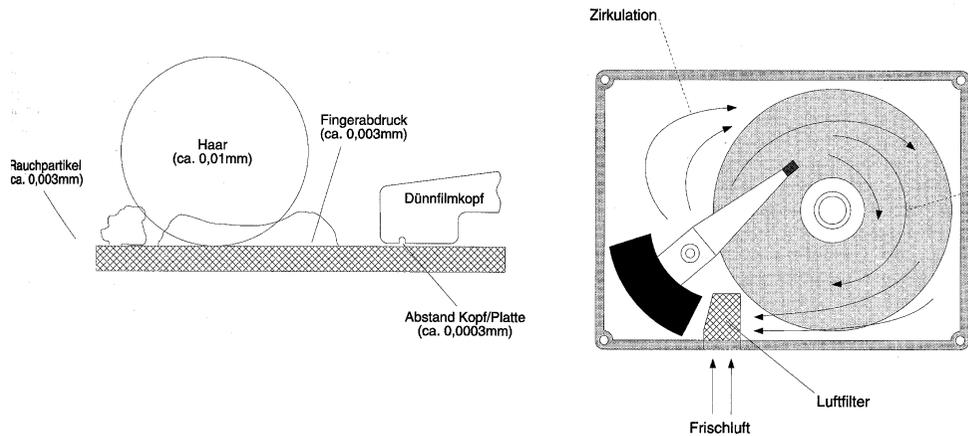
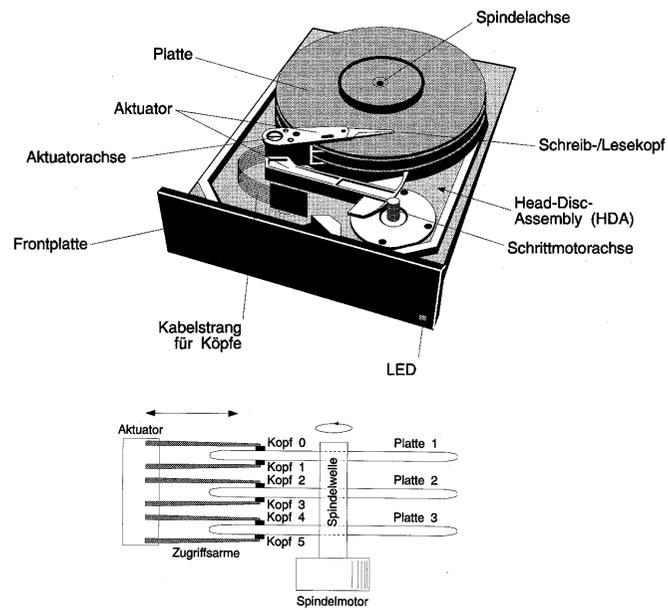
DAT-Kass.-Streamer (≈ 1 GB)



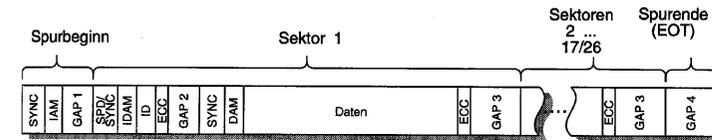
Vorteil der rotierenden Medien: wahlfreier Zugriff und Speicherung



4.1.4 Mechanischer Aufbau eines Festplattenlaufwerks (HDD)



4.1.5 Beispiele: Spuraufbau und Controller



MFM-Sektorformat

Spurbeginn

SYNC: 10 Byte 00h

IAM: 2 Byte a1h fch

GAP 1: 11 Byte 4eh

Sektor

SPD: 7 Byte 4eh

SYNC: 10 Byte 00h

IDAM: 2 Byte a1h feh

ID: 4 Byte cy hd sc fl*)

ECC: 4 Byte ECC-Wert

GAP 2: 5 Byte 00h

SYNC: 10 Byte 00h

DAM: 2 Byte a1h f8h

Daten: 512 Daten-Byte

ECC: 4 Byte CRC-Wert

GAP 3: 15 Byte 00h

EOT

GAP 4: ca. 56 Byte 00h

RLL-Sektorformat

Spurbeginn

SYNC: 11 Byte 00h

IAM: 2 Byte a1h fch

GAP 1: 12 Byte ffh

Sektor

SYNC: 10 Byte, 00h

IDAM: 2 Byte 5eh a1h

ID: 4 Byte zy hd sc fl*)

ECC: 4 Byte ECC-Wert

GAP 2: 5 Byte 00h

SYNC: 11 Byte 00h

DAM: 2 Byte 5eh a1h

Daten: 512 Daten-Byte

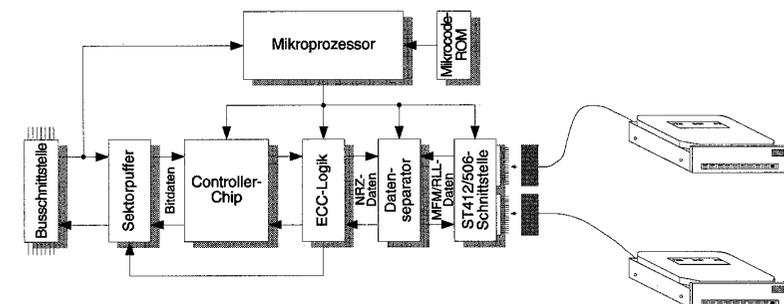
ECC: 4 Byte ECC-Wert

GAP 3: 3 Byte 00h und 17 Byte ffh

EOT

GAP 4: ca. 93 Byte 00h

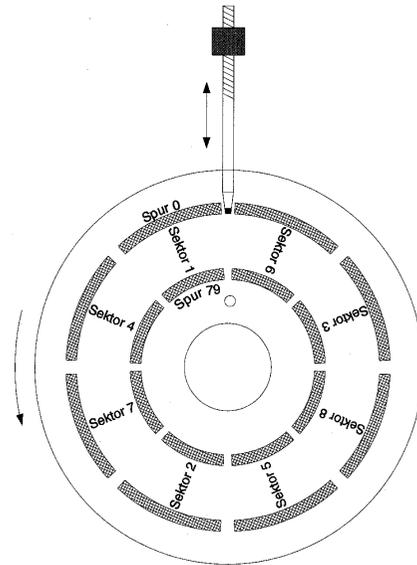
*) die vier Byte identifizieren den betreffenden Sektor im Format Zylinder(cylinder)-Kopf(head)-Sektor(sector)-Sektor-Flag(flag)



4.1.6 Weitere Verbesserungen: Sektor-Interleaving, Zone-Bit Recording

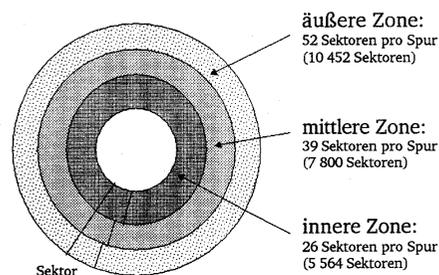
Sektor-Interleaving:

erhöht Durchsatzrate
hier: Interleavefaktor = 3



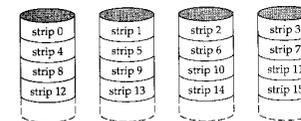
Zone-Bit Recording (ZBR):

erhöht in äußeren Spuren
Anzahl Sektoren/Track
⇒ Kapazitätserhöhung bei
gleicher Schreibdichte

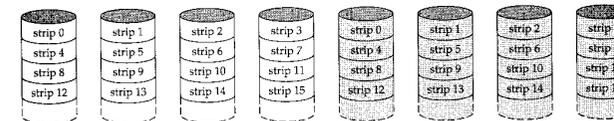


4.1.7 Datensicherheit

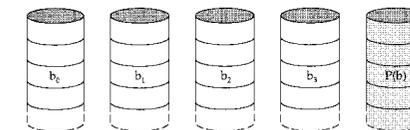
- Redundanzbits
 - zur Fehlererkennung, z.B. CRC (Cyclic Redundancy Check)
 - zur Fehlerkorrektur ECC (Error Correcting Code)
- RAID-Konzept (Redundant Array of Independent Disks)
 - Satz von physikalischen Festplatten, vom OS als eine logische Einheit betrachtet
 - Daten sind verteilt auf die einzelnen Festplatten
 - 6 RAID-Ebenen für unterschiedliche Anwendungen definiert



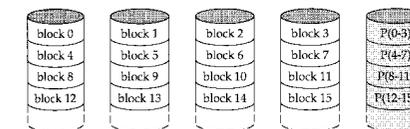
(a) RAID 0 (Non-redundant)



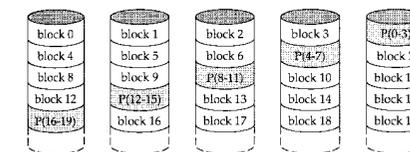
(b) RAID 1 (Mirrored)



(d) RAID 3 (Bit-Interleaved Parity)



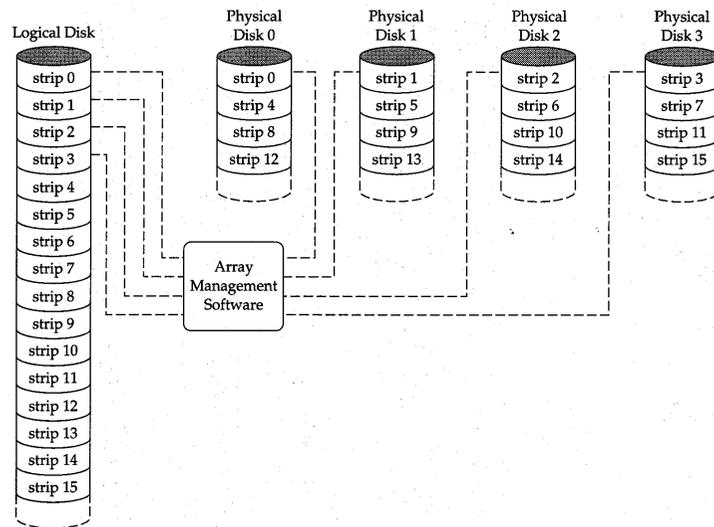
(e) RAID 4 (Block-Level Parity)



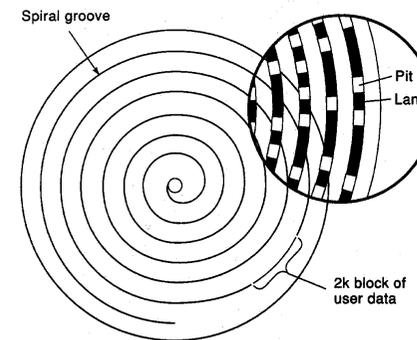
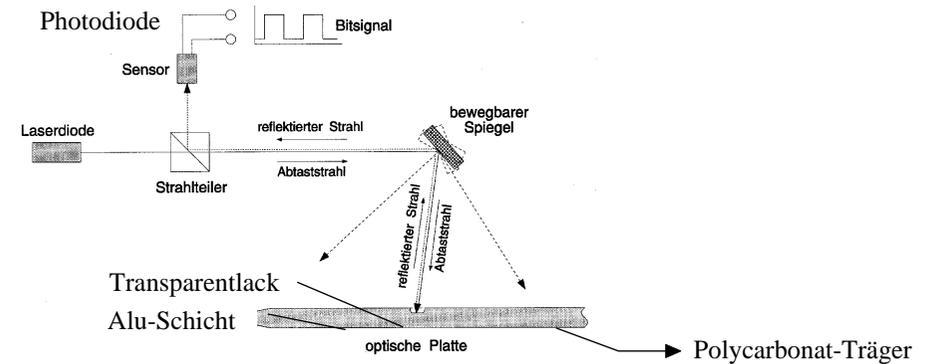
(f) RAID 5 (Block-Level Distributed Parity)



4.1.7.1 RAID-Level 0: Logische Verwaltung



4.1.8 Weitere Massenspeichermedien: CD-ROM



Kapazität:	650-780 MB
Laserwellenlänge:	785 nm
'Spurabstand':	1,6 µm
Konst. Datenrate:	150 KByte/s (‘Single Speed’)
Modulation:	RLL-Typ EFM (8- to- 14)
Fehlerkorrektur:	CIRC (Cross-Interleaved Reed Solomon Code) korrigiert Burst Fehler bis 500 Bytes
Bitfehlerrate:	10^{-12}
Fabrikation:	Phototechnik für Master, Einf. Pressen f. Duplikate

CD-R (CD-Recordable), WORM (Write Once, Read Many)

Spurverlauf vorgepreßt

Über Reflektionsebene (oft Goldschicht) zusätzlich dünne Farbschicht

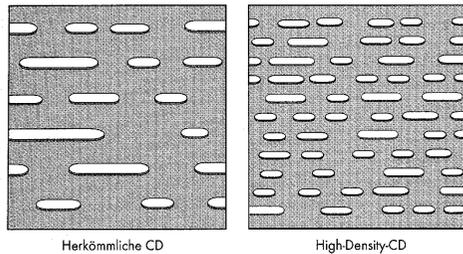
Beim einmaligen Schreiben erhitzt leistungsstarker Laser (4 mW) die Farbschicht, ändert Absorption, auswertbar über separaten Leselaser (0,5 mW) und Sensor



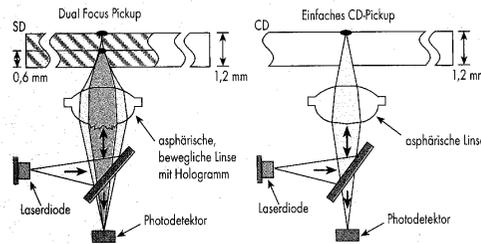
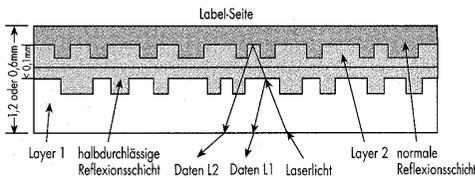
4.1.8.1 Weiterentwicklung der CD-ROM

Ziel: Erhöhung der Speicherkapazität bei voller Kompatibilität

- 1) Verkleinern von Pit/Land und Spur
 ⇒ Laserwellenlänge reduzieren

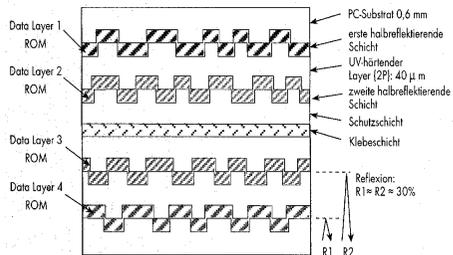


- 2) 2 Datenlayer bereinander, erfordert bewegliche Linse



Um den Laserstrahl auf zwei Ebenen fokussieren zu können, muß die Linse beweglich sein.

- 3) Doppelseitig = Sandwich

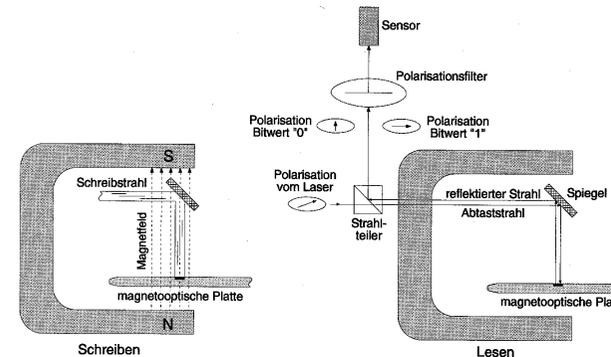


Derzeitiger Stand: Einseitige, zweilagige CD mit 4,7 Gbyte Kapazität
 ⇒ Spielfilm in MPEG2 abspielbar Laserwellenlänge ca. 600 nm,
 Modulation EFM+
 Offene Optionen: a) einlagig mit 2,35 GB,
 b) doppelseitig mit 9,4 GB

4.1.8.2 Magnetooptische Speicher (MO-Disc)

Wirkprinzip Lesen: Magnetisierte Schicht ändert Polarisation des auftreffenden und reflektierten Laserstrahls (*Kerr Effekt*)

Schreiben: Schreibstrahl des Lasers erhitzt magnetisierte Schicht der Bitzelle bis über *Curie-Temperatur* (180-200 °C)
 ⇒ Magnetisierung wird gelöscht beim Abkühlen erzeugt externes Magnetfeld zuschreibende Bitzelle
 ⇒ Schreibzugriff 2 x langsamer als Lesezugriff



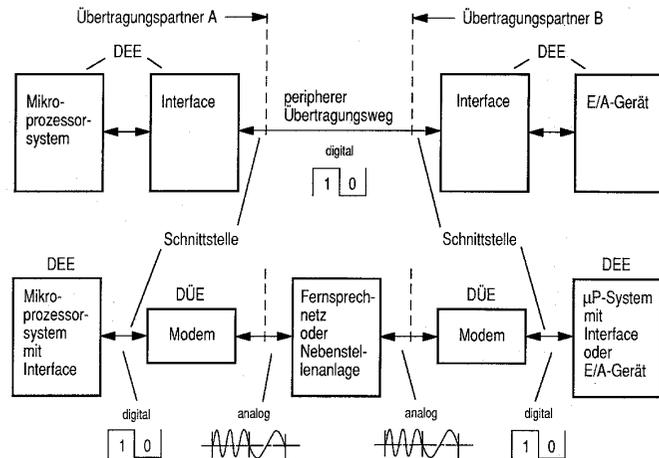
Kapazität:
 5,25" 650 MByte
 3,5" 128 Mbyte
 Anzahl der Schreibzyklen begrenzt

Weiterentwicklung u.a. zu einer rein optischen Technik auf Laserstrahl-Basis nach dem „Phase-Change“ Verfahren



4.2 Schnittstellen

Zur Herstellung lokaler und globaler Verbindungen



DEE = Dateneinrichtung = DTE = data terminal equipment = Computer oder Terminal

DUE = Datenübertragungseinrichtung = DCE = data circuit-termination equipment

4.2.1 Schnittstellenspezifikationen

Normen:

z.B. V.## für analoge Übertragung
X.## für digitale Übertragung

Betriebsarten:

Simplex (unidirektional): Datenübertragung nur in eine Richtung
Halbduplex (bidirektional): nicht gleichzeitige Datenübertragung in beide Richtungen
Voll duplex (bidirektional): gleichzeit. Datenübertr. in beide Richtg. ⇒ doppelte Leitg.

Serielle/parallele Übertragung:

Seriell: Zeichenbits sequentiell in bestimmtem Taktraster über 1 Leitung übertragen

Parallel: Alle n Bit eines Zeichens gleichzeitig über n Leitungen übertragen

Synchrone/asynchrone Übertragung:

Synchron: Alle Zeichen der gesamten Übertrag. werden in festem Zeitraster übertragen Synchronisierung über gemeinsamen Takt oder über die Daten

Asynchron: Zeitlicher Abstand zwischen einzelnen Zeichen variabel Synchronisierung über zusätzlich mitübertragene Steuerinformation

Geschwindigkeitsbegriffe:

Übertragungsrate: Anzahl übertragener Bit/Byte pro Sekunde [Bit/s bzw. Byte/s]

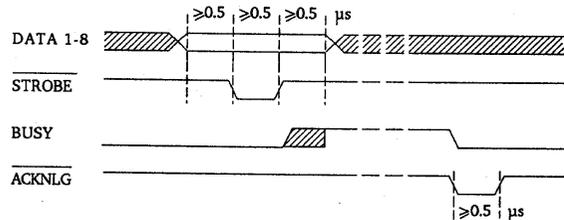
Schrittgeschwindigkeit: Anzahl Takte pro Sekunde [Baud] ⇒ seriell: $\ddot{U}.=S.$, parallel: $\ddot{U}.>S.$

Transferegeschwindigkeit: Netto-Übertragungsrate ohne Steuerinform. [Bit/s bzw. Byte/s]

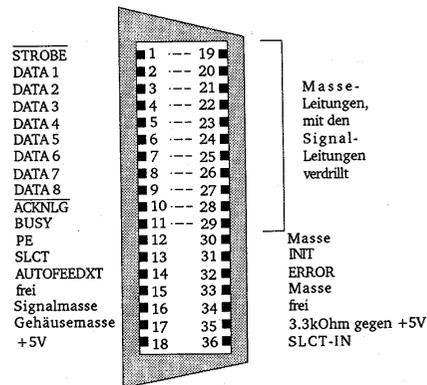


4.2.2 Parallele Schnittstellen

Centronics (Drucker-)schnittstelle



von Rechner,
unidirektional
von Rechner
von Peripherie
von Peripherie

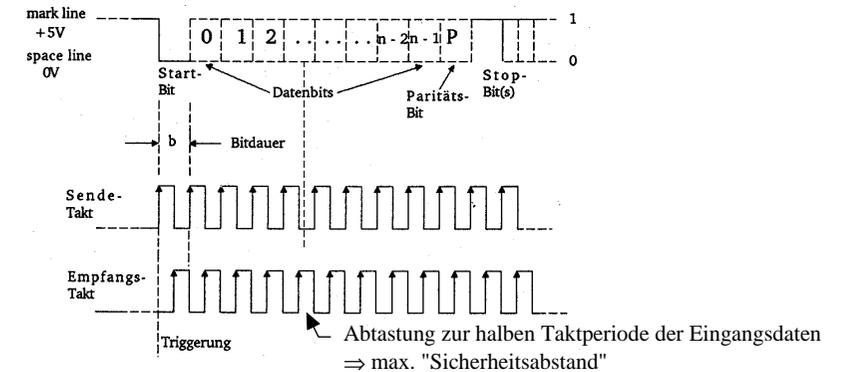


Weitere parallele Schnittstellen (aber bedeutend intelligenter => als „Bus“ bezeichnet)

- IEC-Bus = IEEE-488 = GPIB (General Purpose Interface Bus), 8-Bit Parallelbus konzipiert als Meßgerätebus, 8 bidirekt. Daten-, 3 Handshake- und 5 Steuerltg.
- Busteilnehmer sind Talker, Listener, oder beides
Übertragungsrate 1 MByte/s
- SCSI-Bus = Small Computer System Interface, 8-Bit parallel (16-Bit bei SCSI-2) konzipiert zur Peripherieansteuerung, 50 Leitungen, max. 6 m lang
Master steuert max. 8 (64) Teilnehmer
Übertrag.rate 1,5 MByte/s asynchron, 4 MByte/s synchron (10 MByte/s synchr.)

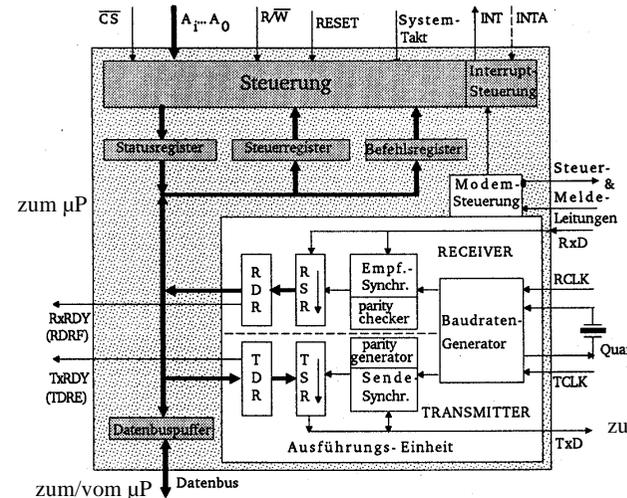
4.2.3 Asynchrone serielle Schnittstelle, UART

Synchronisierung durch Start- und Stopbit, Ruhezustand = 1 (entspricht Stopbit)
vorherige Abstimmung über Schrittgeschwindigkeit 1/b, Anzahl Start-, Daten-, Stopbit



UART-BAUSTEIN

(universal asynchronous receiver/transmitter)



RDR = read data register
TDR = transmit data register
RxD = receive data
TxD = transmit data
RSR = receive shift register
TSR = transmit shift register
RxDY = receiver ready
TxDY = transmitter ready
RCLK = receiver clock

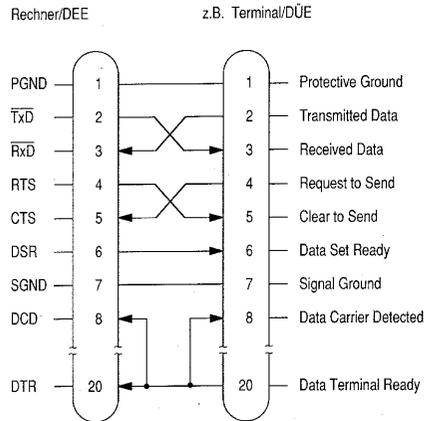
TCLK = transmitter clock

getrennter Aufbau von Receiver und Transmitter erlaubt Vollduplexbetrieb
i.a. Empfangstakt = Sendetakt => RCLK = TCLK
[Beschreibung der Steuer-/Meldeleitungen siehe V.24 Schnittstelle]



4.2.3.1 V.24/RS-232C Norm für serielle Schnittstellen

Beispiel: Anschluß eines Terminals an einen Rechner



RxD und TxD = Datenleitungen
 RTS und CTS = Handshakeleitungen
 DSR und DTR zeigen prinzipielle Einsatzbereitschaft an (Einschaltzustand)
 DCD benötigt für Modemanschluß
 Steckernummerierung = 25-pol. Stecker

Signalpegel: H = 3..15 V, L = -3..-15 V

logischer Datenbit Zustand	* Steuerleitungen	
0	H	L
1	L	H

* incl. Start-, Stop-, Paritätsbit

X-On/X-Off Protokoll

Bei Verzicht auf RTS und CTS (=Hardware-Handshake) Synchronisierung durch übertragene Steuerzeichen X-OFF (ASCII \$11, entsprechend transfer disable) und X-ON (ASCII \$13, entsprechend transfer enable) möglich

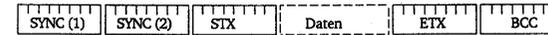
Weitere serielle Schnittstellennorm

z.B. RS-449

= Erweiterung von RS-232C für mehr Funktionalität, Geschwindigkeit und größere Entfernungen

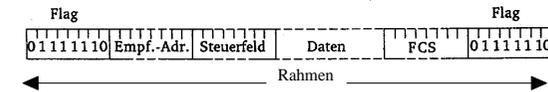
4.2.3.2 Synchrone serielle Schnittstellen, Protokolle

Protokoll: legt fest, wie die Information übertragen wird
Zeichenorientierte Übertragungsprotokolle (z.B. von ASCII-Code)



- Übertragung: 1) ein oder mehrere SYNC-Zeichen zur Synchr. des Empfängers (interne Synchronisierung) oder sep. Taktleitung (externe Synchr.)
 2) Start-of-Text Zeichen STX, 3) Größerer Datenblock, 4) End-of-Text Zeichen ETX
 5) Block check character BCC als Prüfzeichen

Bitorientierte Übertragungsprotokolle



Beispiel: HDLC
 FCS=frame check sequence = Prüfinfo

Vergleich von seriellen Übertragungsprotokollen

Asynchron	Synchron zeichenorientiert	Synchron bitorientiert
Zeichenabstand beliebig, Bitabstand festgelegt	Zeichen- u. Bitabstand festgelegt, Blockabstand u. -länge beliebig	Zeichen-, Bitabstand festgelegt, Rahmenabstand u. teilw. Rahmenlänge beliebig
Zeichensynchronisierung durch Start-/Stop Bit	Blocksynchr. durch SYNC-Zeichen = Steuerzeichen	Rahmensynchronisierung durch Flag = Bitmuster
übertragen werden Zeichen	übertragen werden Zeichen	übertragen werden Bits
geringe Anforderung an Synchronizität (max. 1 Zeichen lang)	hohe Anforderung an Synchronizität (max. 1 Block lang)	hohe Anforderung an Synchronizität (max. 1 Rahmen lang)
großer Protokolloverhead bis 50% d. Nettodatenrate	sehr geringer Protokolloverhead	sehr geringer Protokolloverhead
	im Datenblock für Binärübertragung zusätzliche Ausweichzeichen (z.B. ESC ETX statt ETX = character stuffing) => Transparenz	im Datenblock ersetzen von 5 sequ. Einsen (≡Flag) durch 5 Einsen und 1 Null (bit stuffing) per Hardware => Transparenz
z.B.: bei V.24	z.B.: IBM's-BISYNC (binary synchr. communications) erreicht 9600 bit/s, veraltet	z.B.: HDLC (high level data link control) u.a. in ISDN



4.3 Bussysteme

	PC-Bus	Workstation-Bus	Backplane-Bus	Peripherie-bus	Feldbus	Netzwerke (LAN, WAN)
typische Vertreter	s. Tabelle	Sun's SBUS und MBUS	Multibus II, Futurebus+, VME-Bus	SCSI, IEC-Bus, (V.24)	Profibus, LON-Bus	Ethernet, Token-Ring
Hauptmerkmal	preiswert, schnell	sehr schnell	schnell, flexibel, erweiterbar	flexibel, viele Komponenten anschließbar	robust, große Entfernungen, seriell	große bis sehr große Entfernungen, seriell, recht schnell

LAN = Local Area Network, WAN = Wide Area Network

Vergleich einiger PC-Bussysteme

	ISA	EISA	VESA Local	PCI
Datenbusbreite	16	32	32	32/64
Adreßraum	16 MByte	4 GByte	16 MByte	4 GByte
Multimaster-Fähigkeit	nein	ja	nein	ja
Prozessor-abhängigkeit	ja	ja	ja	nein
Bustakt	8 MHz	8 MHz	33 MHz (3 Slots) 40 MHz (1 Slot)	33 MHz
Transferrate Non-Burst/Burst (MByte/s)	6	16/33	33/53	44/105
Autokonfig.	nein	ja	nein	ja

ISA = Industry Standard Architecture

EISA = Extended ISA

VESA = Video Electronics Standard Association

PCI = Peripheral components interface

4.3.1 PCI-BUS als Local-Bus Beispiel

Anlaß der Entwicklung

vornehmlich Grafikkarten beanspruchen hohe Übertragungsbandbreite

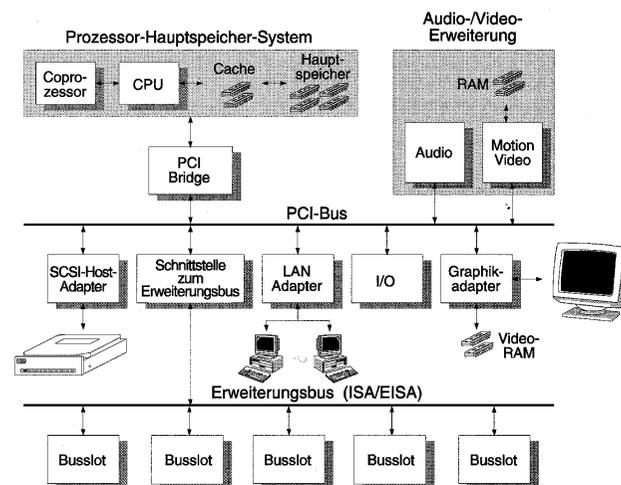
Beispiel:

Anzeige eines Grafikfensters mit 512*384 Punkten = 192k Pixel
 ⇒ incl. Farbinformation (8 Bit) je 192kByte sichern und neu schreiben
 Videospeicherzugriff nur im Strahlrücklauf (4µs) einer Zeile (ca. 25µs) = 1/7
 384kByte*7 bei 8MHz Bustakt ⇒ 0,3 Sekunden für Anzeige erforderlich

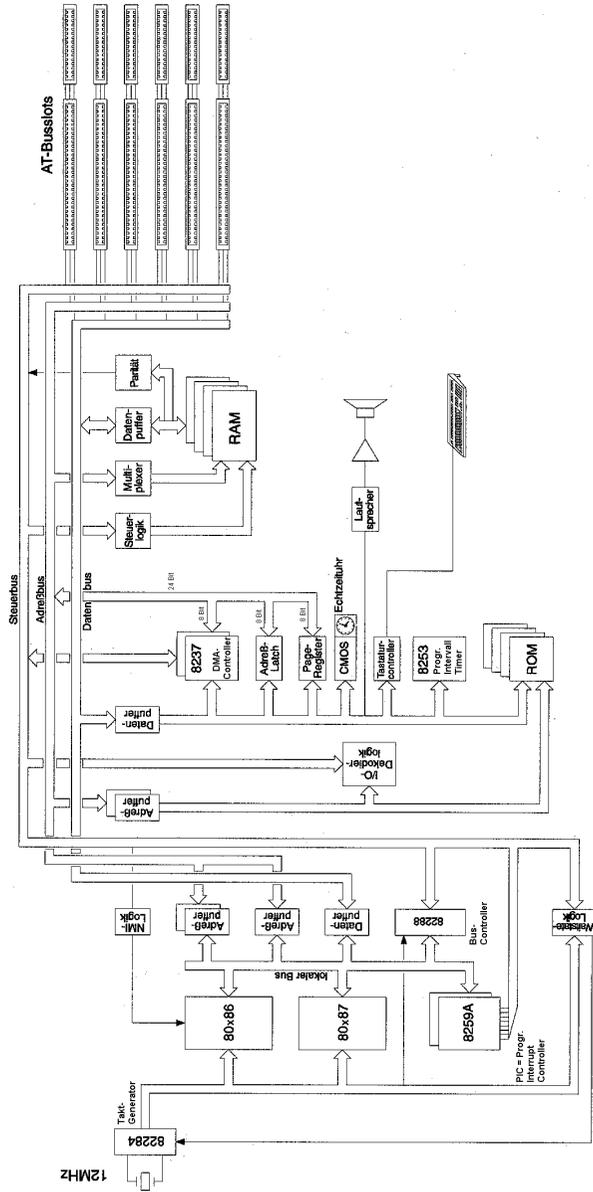
⇒ Local-Bus

Komponenten mit sehr hoher Durchsatzrate werden mit höherer Taktfrequenz betrieben

Begrenzung der Local-Bus Taktfrequenz und der Anzahl einsteckbarer Karten u.a. durch kapazitive Belastung



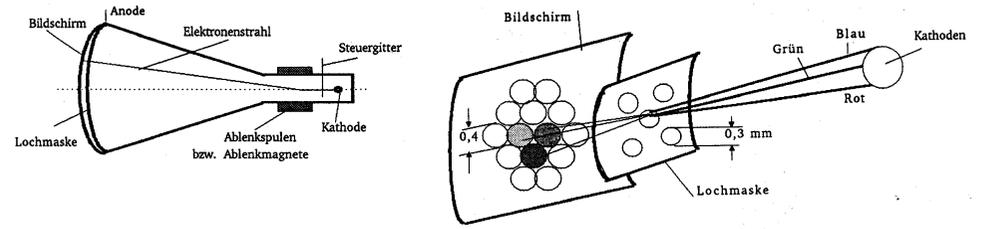
4.3.2 Bussysteme: ISA-Bus (hier: PC mit ISA-Bus)



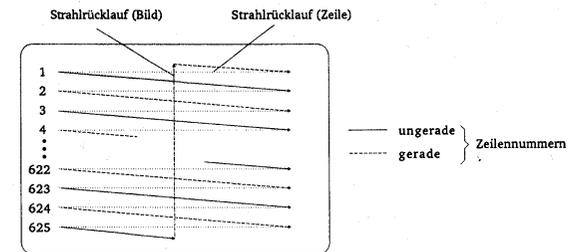
Rechnerarchitektur: Massenspeicher und Peripherie



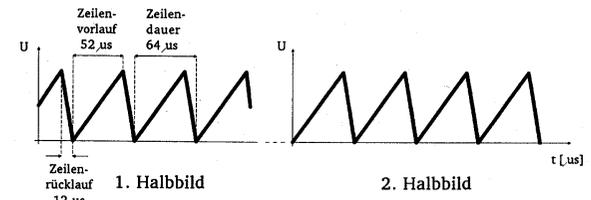
4.4 Peripherie: Funktionsprinzip eines Monitors I



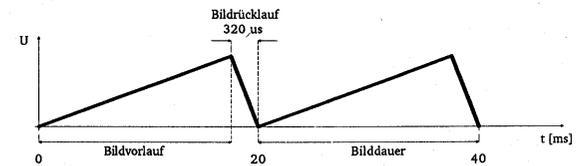
a) Erzeugung der Halbbilder



b) Horizontale Ablenkspannung



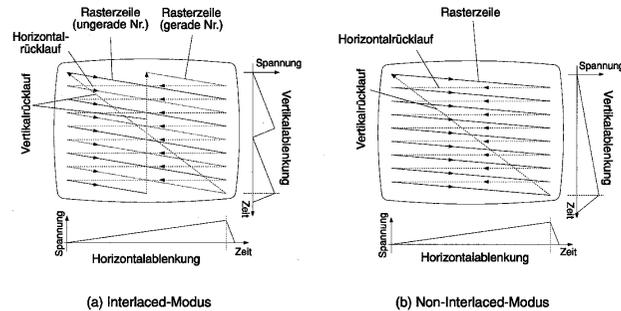
c) Vertikale Ablenkspannung



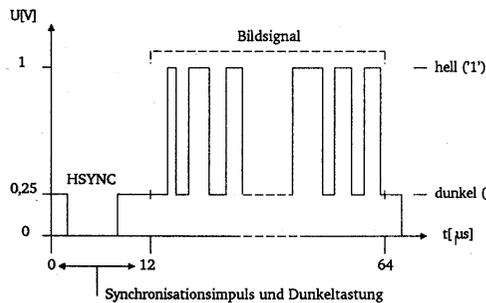
Rechnerarchitektur: Massenspeicher und Peripherie



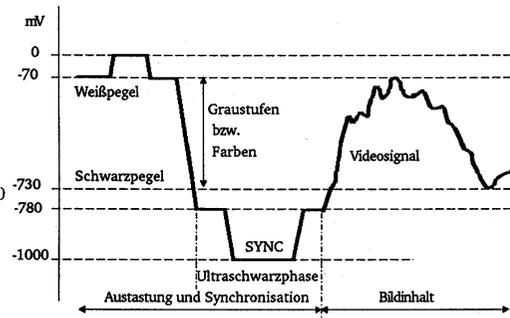
4.4.1 Peripherie: Funktionsprinzip eines Monitors II



Videosignal: S/W Darstellung



Videosignal: Graustufen/Farb-Darstellung



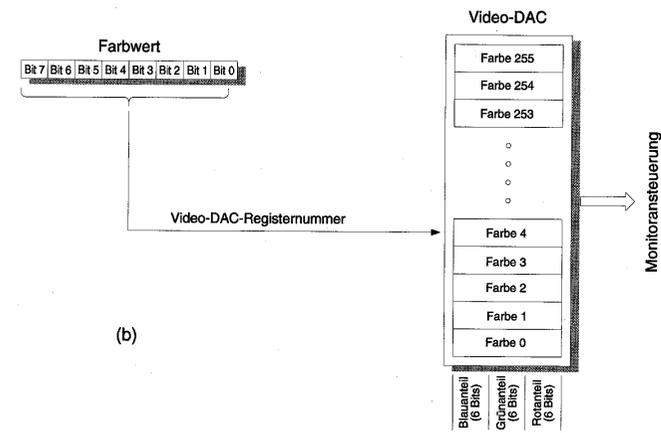
4.4.2 Farbdarstellung: Palette und Video DAC

Anlaß: Darstellung in vielen Farben erfordert viel Speicher zur Farbkodierung

Beispiel: 16 Mio. Farben würden pro Pixel 24 Bit Speicher erfordern
 $\Rightarrow 1024 * 1024$ Pixel in 16 Mio. Farben belegen 3 MByte

Ansatz: Beschränkung der Anzahl der *gleichzeitig in einem Bild* darstellbaren Farben Umschaltung zwischen verschiedenen Farbsätzen= **Paletten**

Beispiel für die Auswahl von Paletten mittels eines Video-DAC (Digital-Analog Conv.)



Video-DAC (jedes Register besteht z.B. aus $3 * 6$ Bit Gruppen) erzeugt Ansteuersignale für Analogmonitore

