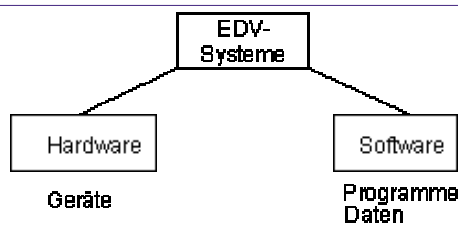


PC-Hardware und Schnittstellen

Christian Zahler

1 Überblick



Man unterscheidet bei einer EDV-Anlage folgende Bestandteile:

Computer im engeren Sinn („Zentraleinheit“)

- Zentralprozessor (CPU = *central processing unit*)
- Memory (Interner Speicher), meist auf der Hauptplatine (*motherboard*)
- Eingabe-/Ausgabekarten zum Anschluss der Peripherie

Peripherie

Eingabegeräte

Tastatur • Lightpen • Digitizer • Scanner • Maus

Ausgabegeräte

Bildschirm • Drucker • Plotter

Speichergeräte

Magnetband • Festplatte • Diskette • CD-ROM • WORM

Spezialperipherie

2 Netzteil/Akku

Der Netzteil dient zur Spannungsversorgung der EDV-Anlage. Während bei PC-Systemen in Normalgröße der Netzteil im Gehäuse integriert ist, ist er bei Notebooks oft in einem eigenen Gehäuse untergebracht.

Bei Notebooks ist in der Spannungsversorgungseinheit immer auch ein Akku enthalten, der eine Netzunabhängigkeit für einige (2 bis 6) Stunden gewährleisten soll. Wie lange ein Akku hält, bevor er wieder aufgeladen werden muss, hängt von den Verbrauchern ab: Chip, Festplatten- und Diskettenlaufwerke haben je nach Bauart höheren oder niedrigeren Verbrauch.

Die „Leistungsfähigkeit“ von Notebook-Akkus wird oft in Wattstunden pro Kilogramm Akkumasse angegeben.

Notebook-Akkus:

- **Nickel-Cadmium-Akku (NiCd):** 1000 Mal nachladbar, billig, liefert sehr große Stromstärken. Problematisch ist allerdings der so genannte „Memory-Effekt“: Entlädt man diese Akku mehrmals nicht zur Gänze, die Restladung zur zukünftigen Entladungsgrenze; die Kapazität des Akkus kann nicht mehr vollständig genutzt

werden. Dieser Akkutyp wird daher nur mehr in Billig-Geräten verwendet.

- **Nickel-Metallhydrid-Akku (NiMH):** 1000 Mal nachladbar, haben höhere Energiedichte (75 Wh/kg), entladen sich aber auch stärker als NiCd-Akkus. Nachteilig macht sich auch hier der Memory-Effekt bemerkbar, der aber wesentlich geringer ist als bei NiCd-Akkus.

- **Lithium-Ionen-Akku:** 1200 Mal nachladbar, hohe Energiedichte (110 Wh/kg), kaum Selbstentladung, kein Memory-Effekt. Nachteil: Li-Ionen-Zellen sind wesentlich teurer als NiCd-Akkus. Auch das Recycling von solchen Akkus ist noch nicht ausgereift.

- **Lithium-Polymer-Batterie:** Ist bereits auf dem Markt, soll doppelte Kapazität einer normale Lithium-Batterie haben, wird jedoch noch nicht für Notebook-Akkus verwendet.

- **Brennstoffzelle:** Befindet sich noch im Entwicklungsstadium, hat aber den Vorteil, dass sie sehr kompakt ist und weit mehr Energie speichern kann als die jetzt verwendeten Akku-Typen. Wird als Zukunftstechnologie für Akkus angesehen.

Notebook-Akkus können einen Teil ihrer Leistung vorübergehend oder dauernd einbüßen, zum Beispiel durch tiefe Temperaturen, Alter, Selbstentladung, den Memory-Effekt, Überladen, Tiefentladen oder Umpolen.

Um – auch nach längerem Gebrauch – die optimale Kapazität des Akkus zu erhalten, sollte man ihn fallweise „formieren“, das heißt, ihn kontrolliert entladen

(bis das Notebook zum Nachladen auffordert), vollständig aufladen und diesen Vorgang (entladen/aufladen) noch zwei Mal wiederholen; der Memory-Effekt ist damit teilweise wieder behebbar.

3 Motherboard

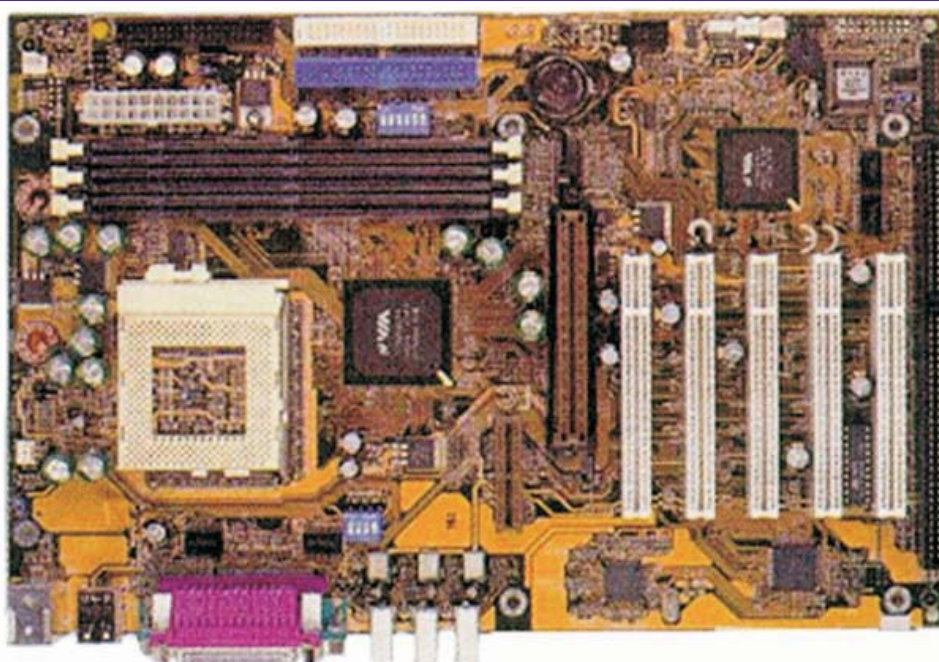
Das Zentralstück jedes Computers ist die **Hauptplatine** oder englisch *motherboard*. Auf dieser befinden sich folgende Elemente:

- **Zentralprozessor (CPU = "central processing unit"):** wichtigster Teil des Computers. Der Zentralprozessor ist ein Mikrochip, der die eigentliche Arbeit des Computers (rechnen, vergleichen, sortieren, ...) durchführt.
- **Koprozessor (FPU = "floating point unit"):** ebenfalls ein Mikrochip, der den Zentralprozessor bei seiner Rechenarbeit unterstützt. Heute nicht mehr üblich.
- **„Chipsatz“:** eine Reihe von speziellen Chips, wobei jeder Motherboard-Hersteller eigene Chips entwickelt.
- **Speicherchips** (Arbeitsspeicher, ROM-BIOS, CMOS-RAM etc.)
- **Steckplätze** für Erweiterungskarten

4 Zentralprozessor (CPU)

Der Prozessor besteht aus einem **Leitwerk** (Steuerwerk = „Control Unit“) und einem Rechenwerk („Arithmetical Logical Unit“ = ALU). Das Rechenwerk ist für die arithmetischen Operationen zuständig, vom Steuerwerk kommen die dazu nötigen Anweisungen. Zwischenergebnisse

Typisches Motherboard (Foto: PC-Welt 6/2000); 3 Steckplätze für DIMMs (RAM), 1 Sockel für die CPU, rechts davon der Chipsatz, weiters ein AGP-Slot, 5 PCI- und nur ein ISA-Steckplatz (ganz rechts; er wird praktisch nur mehr mitgeführt, um ältere Steckkarten verwenden zu können, über kurz oder lang wird auch dieser Slot vom Motherboard verschwinden).



werden in speziellen RAM-Bereichen gespeichert, die als **Register** bezeichnet werden.

Im Folgenden werden wesentliche Leistungsmerkmale eines Prozessors besprochen. Oft verwendet man das englische Wort „Performance“ für die Leistung eines Systems.

4.1 Befehlssatz

Ein Prozessor hat die Aufgabe, die durch ein Programm an ihn gerichteten Befehle zu verarbeiten. Jeder Prozessor hat eine unterschiedliche Sammlung von Befehlen, die er „verstehen“. Programme dürfen daher nur aus Befehlen bestehen, die der Prozessor ausführen kann. So sind Programme, die für einen Apple-Computer mit dem Prozessor M 68030 geschrieben sind, nicht auf einem PC mit einem Pentium III-Prozessor ausführbar. Sie sind „nicht kompatibel“.

Nach der Anzahl der Prozessorbefehle unterscheidet man heute zwei große Gruppen:

CISC-Prozessoren (*complex instruction set computer*): Prozessoren mit dem vollen Sprachvorrat (einige hundert Maschinensprachebefehle). Klassische Linie der Prozesortechnik, heute vor allem durch die 80X86-Linie von INTEL und die 68XXX-Linie von MOTOROLA vertreten.

RISC-Prozessoren (*reduced instruction set computer*), d.h. ein Prozessor mit reduziertem Befehlssatz. Programme für solche Prozessoren sind zwar länger, aber wesentlich schneller. Diese Technik ist neuer, daher existieren noch nicht so viele Prozessoren auf dem Markt.

4.2 Taktfrequenz

Außerdem ist noch ein Taktgeber nötig, das ist ein speziell gefertigter Quarzkristall, der zusammen mit einer Hilfsschaltung regelmäßige Impulse über die so genannte „Taktleitung“ (auch: Clock-Leitung) an die CPU weitergibt. Charakteristisch für eine CPU ist also die sogenannte **Taktfrequenz**. Die Taktfrequenz wird in Megahertz, angegeben (1 MHz = 106 Schwingungen/s), die neuesten Prozessoren (Stand: Juni 2000) arbeiten bereits mit 1 GHz (Gigahertz = 1000 MHz). Übliche Werte: **siehe Tabelle weiter hinten!**

Die Taktfrequenz ist maßgeblich für die Verarbeitungsgeschwindigkeit des Prozessors. Der Takt steuert unmittelbar die Befehlsausführung des Prozessors. Die Geschwindigkeit des Prozessors wird meist durch die Anzahl der durchführbaren Prozessorbefehle oder Rechenoperationen in einer Sekunde angegeben:

- **MIPS** (*million instructions per second*)
- **FLOPS** (*floating point operations per second*)

Die kostengünstigste Methode, einen Prozessor zu beschleunigen, ist daher die Erhöhung der Taktfrequenz. Jedoch erhöht sich dadurch der Stromfluss im Inneren des Prozessors und damit auch die Wärmeentwicklung. Für hochgetaktete Prozessoren ist daher eine Kühlung erforderlich. Früher genügte ein Wärmeleitblech, meist zusätzlich ein Ventilator, um

die entstehende Wärme abzuführen. Heute bedient man sich einer Kombination aus Kühlkörper und Lüfter.

Eine exotischere Variante ist ein „Ice-cap“. Hierbei handelt es sich um ein so genanntes Peltier-Element: Fließt Strom durch zwei Drähte unterschiedlicher Legierung, die an den Enden zusammengeleitet sind, so kühlt sich eine Lötstelle ab, während sich die andere erwärmt. Durch diese „Kappe“ wird die Oberfläche des Prozessors auf einer konstanten Arbeitstemperatur zwischen 0 und 4°C gehalten. Dadurch ergibt sich zwischen der Oberfläche und dem eigentlichen Siliciumchip eine große Temperaturdifferenz (bis zu 140° C) und damit eine bessere Wärmeableitung. Diese Kühler sind aber in herkömmlichen PCs nicht in Verwendung.

Es zeigt sich bereits, dass neben den Festplatten die Bustaktfrequenz, jene Frequenz, mit der die Komponenten am Motherboard – außer der CPU – arbeiten, den Flaschenhals für einen modernen PC darstellt. Jetzige Intel- und AMD-Prozessoren arbeiten mit einem 100- oder 133 MHz-Bustakt.

Ein hoher Bustakt (also 100 bis 133 MHz) ist vor allem für Graphiker interessant, da während einer Bildbearbeitung kaum auf die Festplatte zugegriffen wird, dafür aber umso mehr Daten über den Datenbus zwischen CPU und RAM laufen.

4.3 Bussystem - Busbreiten

Zum Austausch von Informationen zwischen CPU, Hauptspeicher und Peripherie (also Bildschirm, Drucker usw.) gibt es eigene Leitungen, die als „Bus“ bezeichnet werden. Da für jedes Bit eine eigene Leitung benötigt wird, sind meist 8, 16 oder 32 Leitungen zusammengefasst; man nennt die Anzahl der gleichzeitig übertragbaren Bits **Busbreite**.

Überblick

Anmerkung: Der wesentliche Aufbau des Bussystems (so wie in obiger Skizze) ist für alle Prozessoren gleich, während es im Detail sehr große Unterschiede gibt.

Der Bus, über den die Daten transportiert werden, heißt **Datenbus**. Je größer die Datenbusbreite, desto mehr Daten können gleichzeitig übertragen werden. Die

Datenbusbreite ist also ein Wert für die **Geschwindigkeit der CPU**.

Jede Information wird an einer ganz bestimmten Stelle im Hauptspeicher abgelegt. Jede Speicherstelle zu 1 Byte hat eine bestimmte **Adresse**. Für die Übermittlung von Speicheradressen ist der **Adressbus** zuständig. Die Breite des Adressbusses hat nichts mit der Geschwindigkeit des Prozessors zu tun, sondern **beschränkt den Arbeitsspeicher**. Hat der Adressbus etwa 20 Bit Breite (dies war beim XT der Fall), so kann man damit einen Speicherbereich von 220 = 1.048.576 Byte = 1 MByte adressieren; der größtmögliche Speicher, den man in einem XT adressieren konnte.

Steuersignale werden vom **Steuerbus** weitergeleitet. Zu den Steuersignalen gehört z. B. das Reset-Signal, welches beim Einschalten des Gerätes oder beim Betätigen der Reset-Taste ausgelöst wird. Dieses Signal veranlasst den Start eines fixen Programms, welches das „Hochfahren“ des Computers bewirkt. (Siehe „ROM“, Kap. 6.1!)

4.4 Cache

Allgemein versteht man unter einem Cache einen kleinen Speicher. Man unterscheidet zwischen *internem* und *externem* Cache.

4.5 Wichtige Prozessorserien

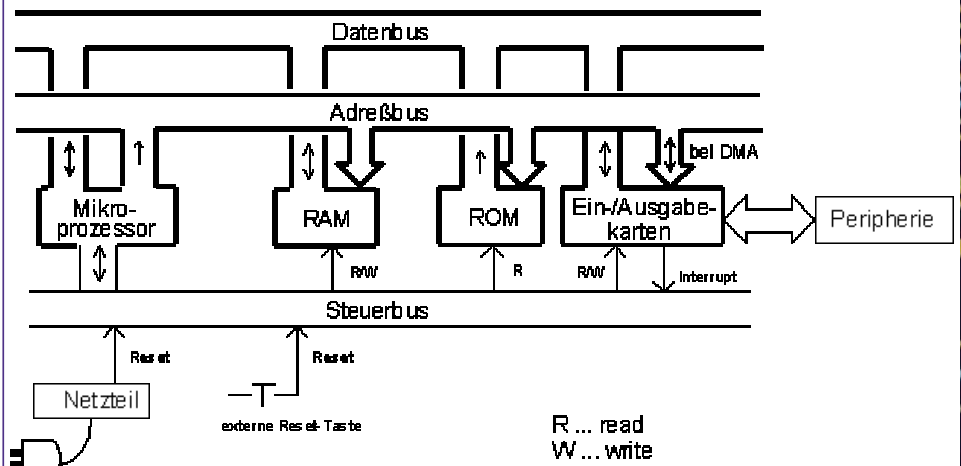
Heute teilen sich einige wenige Hersteller den Mikroprozessor-Markt; es sind dies die Firmen

- INTEL
- MOTOROLA
- NEC
- National Semiconductor
- Texas Instruments
- Silicon Graphics

Derzeit arbeiten 85 % aller PCs mit Intel-Prozessoren.

4.6 INTEL

Anfang der 80er Jahre entwickelte sich die Firma IBM zum Marktführer, indem sie ihre Rechner mit den 8086/8088-Prozessoren von Intel und dem Betriebssystem



tem DOS von Microsoft ausrüstete. Somit wurden diese beiden Merkmale zum **Industriestandard**; sämtliche Weiterentwicklungen beruhten auf diesem Standard.

Bis zum Pentium-Prozessor favorisierte Intel den Motherboard-Sockel 7, ein quadratischer Steckplatz.



Abbildung: Pentium-CPU-Chip (Foto: intel)

Pentium II und Pentium III nutzen den einbaufreundlichen Slot-1; der Prozessorchip ist hier in einer Kassette eingebaut, die – ähnlich wie Erweiterungskarten oder Arbeitsspeichermodule – senkrecht in einen speziellen Sockel eingesteckt wird.



Intel Pentium III-Prozessor in der SEC-Kassette, dem neuen Gehäusetyp für Prozessoren (Foto:PCAustria).

(Intel)-Prozessor-Serien (siehe Tabelle auf der nächsten Seite).

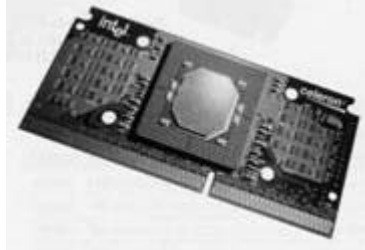
Hier noch allgemeine Informationen zu den sich abzeichnenden Tendenzen:

- Man sieht in der Übersichtstabelle, dass man mit dem stetig steigenden Systemtakt und dem größer werdenden L2-Cache (auf der CPU) dem Flaschenhals CPU-RAM-Verbindung zuleibe rücken will (100-133-200-400-600 MHz).
- Der Spannungsbedarf der Prozessoren wird immer geringer; der Pentium MMX benötigt nur mehr 2,8 V Versorgungsspannung, der 80486er arbeitete noch mit 5 V.
- Pro Jahr steigen die Ansprüche an die Busbreite um ca. 0,6 Bit.
- Die großen Prozessorhersteller Intel und AMD haben verschiedene Sockel- und Slot-Bauformen für ihre zukünftigen CPUs, sodass man sich beim Motherboard-Kauf sehr wohl überlegen muss, welcher Prozessor zum Einsatz kommen soll (beim 80486er war das noch kein Problem: Intel-, AMD- und Cyrix-CPU's benutzten denselben Sockel).

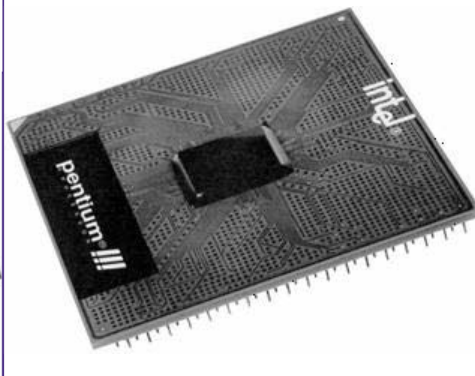
1998 kam ein "abgespeckter" Pentium II-Chip mit dem Namen "Celeron" auf den Markt. Unterschied zum Pentium II: Der Celeron hat keinen Cache (Zwischenspeicher).



Intel Pentium III-Logo



Intel Celeron (Foto: News flash, C2000)



Noch ab Mitte 2000 wird der Intel Pentium III-Prozessor nicht mehr für Slot 1 produziert, sondern wieder in der Sockelform (Sockel 370).

Klone

Viele Firmen bauen die Prozessoren der 80X86-Familie nach. Bekannt sind z.B. die Prozessoren der Firmen IBM oder AMD:

Hersteller	Bezeichnung	kompatibel
AMD	K6-II	Pentium II
AMD	K6-III	Pentium III
AMD	K7	Pentium III

4.7 MOTOROLA

Prozessoren der Firma MOTOROLA werden vor allem für Grafikknutzer (Apple, ATARI, COMMODORE-AMIGA) verwendet.

Die Prozessoren der 68000er-Serie sind CISC-Prozessoren; RISC-Prozessoren werden in der Reihe 88000 hergestellt.

1993 wurde von den Firmen IBM, Apple und Motorola eine neue Chipserie in RISC-Architektur entwickelt, die unter dem Namen „Power-PC“ (= „Performance Optimization With Enhanced RISC Performance Chip“) vermarktet wird. Die „Power PC“-Reihe umfasst auch die Prozessoren 601, 603, 604 und 620.

1997 kam der X704-Power-PC-Chip auf den Markt, der eine Taktfrequenz von 500 MHz aufweist.

Der ebenfalls seit 1997 gebaute Power-PC-G3-Chip hat Taktraten von 233

Typ	Kommentar	Taktfrequenz	Busbreite
68000	1979; Prozessor in Apple (Macintosh), COMMODORE (Amiga) und ATARI (ST 520).	4 – 12	16/32
68020	1983	16 – 33	32
68030		16 – 40	32
68040	mit mathematischem Coprozessor und auf dem Chip integriertem Cache	50 – 60	32

– 300 MHz und ist speziell auf grafische Anwendungen und das Apple-Betriebssystem MacOS optimiert. Chips dieser Bauart sind im grafischen Bereich den Chips der IBM-Serie überlegen.

Die Firma Apple setzt mit ihrer Macintosh-Serie voll auf die Motorola-Chips; damit sind Programme für Apple-Maschinen im Allgemeinen nicht IBM-kompatibel. Mit der 1997 beschlossenen Apple-Microsoft-Kooperation rechnet man mit einer Annäherung beider Prozessor-Standards.

Im November 1997 läutete Apple mit der Einführung der professionellen Power Macintosh G3-Serie eine Erneuerung der Gesamtproduktlinie ein. Mit diesen Geräten der dritten Prozessor-Generation setzte Apple Maßstäbe. Im Januar 1999 präsentierte sich die Power Macintosh G3-Linie wie auch die dazu gehörige Monitor Reihe im attraktiven Designer-Gehäuse. Schnittstellen wie FireWire und USB setzten dabei neue Standards. Bereits im September 1999 wurde die aufsehenerregende Nachfolgeneration vorgestellt, die im Februar 2000 aktualisiert wurde: der **Power Mac G4** mit "Velocity Engine" erreicht als erster PC überhaupt den Leistungsbereich eines so genannten "Supercomputers".

Was einen Supercomputer "super" macht, ist seine Fähigkeit, mindestens eine Milliarde Fließkomma-Operationen pro Sekunde durchzuführen. Diese Maßeinheit für die Geschwindigkeit bezeichnet man als "Gigaflop".

Der neue, von Apple, Motorola und IBM entwickelte PowerPC G4 ist der erste Mikroprozessor, der eine Dauerleistung von mehr als einem Gigaflop liefern kann. Er verfügt über eine theoretische Spitzenleistung von 5,3 Gigaflops.

In den im Juli 2000 vorgestellten Dualprozessor Systemen arbeiten sogar zwei G4-Prozessoren in einem Rechner.

Anfang 2001 konnte Steve Jobs einen deutlich beschleunigten G4-Prozessor vorstellen. Der 733MHz-Chip - das Flaggschiff der PowerMac-Reihe.

Dieser Computer bezieht seine Leistung aus Prozessoren mit Supercomputer-Technologie und einer optimierten Systemarchitektur. Zwei-Prozessor-Syste-

Entwicklung der Intel-CPU's

Bezeichnung	Kommentar	(interne) Takt-frequenz [MHz]	Adress-bus-breite	Daten-bus-breite	Mill. Transis-toren	Rechen-leistung in MIPS
8008	1972; erster 8 bit-Rechner.			8	0,0035	0,06
8080	1974; lange Zeit Industriestandard.			8	0,006	0,6
8086/8088	1978/79; erster PC-Prozessor; Arbeitsspeicher bis 1 MB („XT“ = <i>eXTended technology</i> 1981)	4,7 – 10	20	16/8	0,029	0,3
80186/80188	nicht mehr kompatibel zu Folgerechnern, daher geringe Bedeutung	4 – 12	20	16		0,3
80286	1982; Prozessor der IBM-„AT“-Geräte (<i>advanced technology</i>), 6 x schneller als XT, Arbeitsspeicher bis 16 MB; Unix-Betrieb möglich; Rechenleistung 1 – 2 MIPS.	6 – 25	24	16	0,134	1 – 2
spalpha80386	1985; konsequente Weiterentwicklung des 80286-Prozessors geeignet für Multitasking-Betriebssysteme, z.B. Unix oder das von IBM entwickelte OS/2. Kann mehrere 8086-Prozessoren darstellen; Arbeitsspeicher bis 4 GB; Rechenleistung 4 – 8 MIPS	16 – 33	32	32	0,275	4 – 8
80486	1989; enthält einen kompletten 80386-Prozessor, eingebaut ist der mathematische Coprozessor 80387 und 8 kB Cache, größerer Befehlssatz; ansonsten wie 80386. Rechenleistung bis 27 MIPS (25 MHz) bzw. 41 MIPS (50 MHz); DX2-66 bis 54 MIPS.	25 – 66	32	32	1,2	27 – 54
P5	1993; „Pentium“; 16 kB Prozessor-Cache, unterteilt in Daten- und Befehlscache; Rechenleistung bis 112 MIPS; leistungsmäßig erstmals Anschluss an die RISC-Prozessoren; nicht für DOS gedacht, eher für Windows/NT und Unix; 2 Befehle können parallel ausgeführt werden	60 – 200	32	64	3,1	100
„MMX“	1996; „Pentium Multimedia Extension“; Nachteil: Die Multimedia-Erweiterung (MMX) und der mathematische Koprozessor (FPU) können nicht gleichzeitig benutzt werden.	133 – 200	32	128	5,5	300
P6	1995; „Pentium Pro“; 32 kB Prozessor-Cache („Level 2-Cache“), unterteilt in Daten- und Befehlscache; Rechenleistung bis 112 MIPS; 4 Befehle können parallel ausgeführt werden; Spannung intern 2,9 V. Als „Zwischenlösung“ wird ein Prozessor „P68“ entwickelt, der bis zum Erscheinen des P7 den Markt versorgen soll.	133 – 200	32	128	5,5	300
Pentium II	1997; Pentium II: <i>Dual Independent Bus Architecture</i> (zwei unabhängige Busse: „Systembus“ vom Prozessor zum Arbeitsspeicher und „Level 2-Cache-Bus“); MMX-Technologie; neuer Gehäusotyp; „Celeron“ als abgespeckte Version	233 – 500	64/	64	300	7,5
Pentium III	1999; Pentium III: neuer Befehlssatz (SIMD = Streaming Single-Instruction Multiple Data Extensions), Nachfolger von MMX. Verbesserung in der Fließkommaleistung für 3D- und Multimedia-Anwendungen.	450 – 1000	64			
Pentium III Xeon	1999; Pentium III mit speziell großem Cache (bis 2 MB) und der Möglichkeit, max. 8 GB RAM zu adressieren.	600 – 1000	64			
Pentium IV	2000; Neue Prozessorarchitektur, kleinerer L1-Cache, längere Pipeline ermöglicht höhere Taktfrequenz; SSE2	ab 1,4 GHz	64			
„McKinley“	2. Halbjahr 2001; Kupfertechnik; Slot M; 400 MHz Systemtakt; 2 – 8 MByte L2-Cache	ab 1500				
„Deerfield“	1. Halbjahr 2002; Slot M; 400 MHz Systemtakt; 2 MByte L2-Cache	ab 2000				
„Madison“	1. Halbjahr 2002; 0,13 Mikron Kupfertechnik; Slot M; 400 MHz Systemtakt; 2 – 8 MByte L2-Cache	ab 2000				
„Northwood“	Ende 2003; 0,08 Mikron-Technik; Slot M; 600 MHz Systemtakt; 2 – 8 MByte L2-Cache	ab 3000				

me können Geschwindigkeiten erzielen, die gegenüber Ein-Prozessor Systemen exponentiell anwachsen. Seine Stärken treten insbesondere bei der Ausführung prozessorintensiver Aufgaben in kreativen und wissenschaftlichen Anwendungsprogrammen zu Tage: Mit Geschwindigkeiten von bis zu 5,5 Gigaflops erreicht der neue 733 MHz PowerPC G4 Prozessor mit *Velocity Engine* eine um bis zu 57% schnellere Bildbearbeitung als der 1,5GHz Pentium 4. Der Power-MacG4 kam in mehreren Modellen (Taktfrequenzen 466 – 733 MHz).

4.8 Mainframes und Großrechner

4.9 IBM

Der „Blaue Riese“ ist vor allem in der Großrechnerszene bedeutend. PCs werden aufgrund der hohen Preisklasse seltener gekauft. Seit 1988 gibt es die AS/400 (mit einem eigenen Betriebssystem OS/400), ein Großrechner ähnlich der legendären VAX von DEC. Die AS/400-Rechner enthalten Motorola PowerPC-Prozessoren mit 64 bit Busbreite.

4.10 Compaq

Die Firma Compaq hat Anfang 1998 die DEC (*Digital Equipment Company*) übernommen, führend bei der Mittel- und Großrechnerproduktion für wissenschaftliche Anwender. Der „VAX“ existiert seit Ende der 70er-Jahre und gilt als „geheimer Standard“ der Mainframe- und Großrechner. Vor kurzer Zeit wurde jedoch die Produktion der VAX-Rechner eingestellt. Nachfolger sollen Rechner mit dem 1991 entwickelten **Alpha-Chip** werden. Der erste Chip aus dieser Familie trug die Nummer AXP 21064, der aktuelle heißt 21164.

Technische Daten

- Taktfrequenz: 400 MHz
- kann 2 Befehle gleichzeitig ausführen
- Datenbusbreite 64 bit

4.11 HP (Hewlett Packard)

Bietet derzeit die PA-Serie an (= RISC-Prozessoren). Aktuelles Modell: PA-8500. Bekannt sind auch die HP9000-Server und -Workstations.

4.12 SGI (Silicon Graphics Inc.)

SGI verstreibt vor allem PCs und Workstations mit MIPS-Prozessoren. Bekannt ist der R10000, ein RISC-Prozessor mit einer Taktfrequenz von 200 MHz. Vor allem im Grafik/CAD-Bereich ist SGI mit seinen Prozessoren führend: im 2D-Bereich können 1,6 Millionen Linien pro Sekunde dargestellt werden.

4.13 SUN

Sparc-Architektur. Kann bis 96 MB RAM und 1 GB interne Platte sowie max. 22 GB externe Festplatte vertragen. Betriebssystem SOLARIS (32 bit). Die neueste Entwicklung sind UltraSparc Ili-Prozessoren.

mit dem Speicher kommunizieren und damit die CPU umgehen. Dies nennt man DMA (*direct memory access* = direkter Speicherzugriff). Dieser direkte Speicherzugriff wird vom so genannter DMA-Controller durchgeführt. Sollen etwa vom Drucker Daten empfangen werden, so fragt der DMA-Controller zunächst die CPU, ob der Datenbus frei ist. Ist dies der Fall, so übernimmt der DMA-Controller die Herrschaft über das Bussystem, nimmt die empfangenen Druckerdaten auf und legt sie im Hauptspeicher ab.

Der DMA wird von vielen Ein-/Ausgabekarten benutzt (Ausnahme: SCSI). Von den zur Verfügung stehenden 8 DMA-Kanälen (0, ..., 7) werden wegen der XT-Kompatibilität von vielen Steckkarten nur die Nummern 0, 1 und 3 benützt.

Auch die Verwaltung der Interrupts wird von einem dieser Chips (dem Interrupt-Controller) übernommen. Auch die maximale Bestückung des Arbeitsspeichers wird vom Chipsatz festgelegt.

Bei rechenintensiven Anwendungen (z.B. 3D-Spielen) stellt der Chipsatz ein wesentliches Element für die Performance dar. Führende Hersteller sind Intel, AMD und VIA.

- Speichertest
- Tastaturanschluss
- Rücksetzen des Videocontrollers (sorgt für Bildaufbau am Bildschirm)
- Rücksetzen des Disc-Controllers (regelt Datentransfer zur Diskette/Festplatte)
- Rücksetzen der Echtzeituhr (für Zeitsteuerung zuständig).

Bei neueren Computern werden die Ergebnisse dieser Tests mit den Einträgen im so genannten CMOS-RAM-Speicher verglichen. Dort befinden sich Informationen, welche und wie viele Festplatten-, Diskettenstationen usw. installiert sind, aktuelles Datum und Uhrzeit usw. Diese Informationen können mit einem ebenfalls im ROM enthaltenen **Setup-Programm** vom Anwender selbst eingestellt und geändert werden.

Anschließend wird bei PCs das jeweilige Betriebssystem (DOS) von der Platte (oder Diskette) nachgeladen.

Wird der Computer aus- und wieder eingeschaltet bzw. der Reset-Schalter betätigt, so nennt man den Startvorgang einen **Kaltstart**. Durch Betätigen der Tastenkombination **[Strg] [Alt] [Entf]** wird eine Betriebssystemfunktion ausgelöst, die ebenfalls den Computer wieder hochfährt (allerdings nicht alle Tests vom Beginn an durchführt) – dies wird als **Warmstart** bezeichnet.

CMOS-Setup-Programm (siehe Bild und folgende Seite)

6 Memory (Interner Speicher)

6.1 ROM

Read only memory: nur lesbarer Speicher.

Hier befinden sich Daten und Programme, die nicht verändert werden dürfen. Diese Programme fasst man unter dem Begriff **BIOS** (*Basic Input Output System*, manchmal auch *Kernel*) zusammen.

Eines dieser BIOS-Programme ist die **Reset-Routine**, ein Programm, welches immer nach dem Einschalten des Geräts abgearbeitet wird. Beim Einschalten des Geräts wird vom Netzteil ein spezielles Signal über eine Steuerleitung an die CPU gesendet. Diese beginnt dann an einer vom Hersteller fix vorgegebenen Stelle (heute meist die Adresse F000h) mit der Befehlsabarbeitung des **ROM-BIOS-Boot-Programms** (von engl. *boot* = Stiefel).

Dieses Programm startet eine Reihe von Betriebsbereitschaftstests (*POST = Power On Self Test*):

- Prozessor-Selbsttest

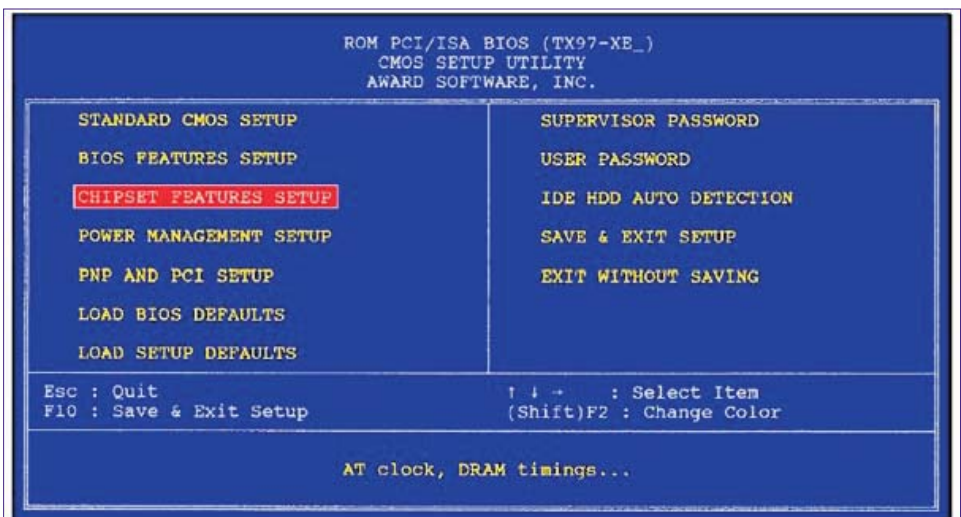
6.2 Interrupts

Das BIOS enthält Funktionen, die während des Betriebs von großer Bedeutung sind, die so genannte **Hardware-Interrupt-Verwaltung**. Hardware-Interrupts sind Signale, die von externen Geräten (Tastatur, Bildschirm, Drucker) ausgelöst werden und die CPU bei ihrer laufenden Arbeit unterbrechen. An dieser Stelle wird zunächst in der so genannten Interrupt-Tabelle (die sich im RAM befindet und auch geändert werden kann) nachgesehen. Dort befindet sich die Adresse des entsprechenden BIOS-Programms, welches dann aufgerufen wird.

Es gibt auch Interrupts, die nicht von den Geräten stammen, sondern von gerade laufenden Programmen. Diese heißen sinngemäß **Software-Interrupts**. Auch diese Interrupts rufen spezielle BIOS-Pro-

5 Chipsatz

Der Chipsatz ist vor allem für die Entlastung der CPU zuständig. Er kann direkt



ROM PCI/ISA BIOS (TX97-XE_)
CMOS SETUP UTILITY
AWARD SOFTWARE, INC.

STANDARD CMOS SETUP	SUPERVISOR PASSWORD
BIOS FEATURES SETUP	USER PASSWORD
CHIPSET FEATURES SETUP	IDE HDD AUTO DETECTION
POWER MANAGEMENT SETUP	SAVE & EXIT SETUP
PNP AND PCI SETUP	EXIT WITHOUT SAVING
LOAD BIOS DEFAULTS	
LOAD SETUP DEFAULTS	

Esc : Quit ↑ ↓ → : Select Item
F10 : Save & Exit Setup (Shift)F2 : Change Color

Time, Date, Hard Disk Type...

ROM PCI/ISA BIOS (TX97-XE_)
CHIPSET FEATURES SETUP
AWARD SOFTWARE, INC.

Auto Configuration : Disabled	Onboard FDC Controller : Enabled
DRAM Read Burst Timing : x333	Onboard FDC Swap A & B : No Swap
DRAM Write Burst Timing : x333	Onboard Serial Port 1 : 3F8H/IRQ4
DRAM R/W Leadoff Timing : 10T/6T	Onboard Serial Port 2 : 2F8H/IRQ3
DRAM RAS# Precharge Time : 4T	Onboard Parallel Port : 378H/IRQ7
Refresh RAS# Assertion : 4T	Parallel Port Mode : ECP
Fast EDO Lead Off : Disabled	ECP DMA Select : 3
Speculative Leadoff : Enabled	UART2 Use Infrared : Disabled
SDRAM RAS# Timing : 3T/4T/7T	Onboard PCI IDE Enable : Primary
SDRAM CAS# Latency : 2T	IDE Ultra DMA Mode : Auto
SDRAM Speculative Read : Enabled	IDE0 Master PIO/DMA Mode : Auto
Passive Release : Enabled	IDE0 Slave PIO/DMA Mode : Auto
Delayed Transaction : Enabled	IDE1 Master PIO/DMA Mode : Auto
16-bit I/O Recovery Time : 1 BUSCLK	IDE1 Slave PIO/DMA Mode : Auto
8-bit I/O Recovery Time : 1 BUSCLK	
Video BIOS Cacheable : Enabled	
Memory Hole At Address : None	

Esc : Quit ↑ ↓ → : Select Item
F1 : Help PU/PD/←/→ : Modify
F5 : Old Values (Shift)F2 : Color
F6 : Load BIOS Defaults
F7 : Load Setup Defaults

ROM PCI/ISA BIOS (TX97-XE_)
STANDARD CMOS SETUP
AWARD SOFTWARE, INC.

Date (mm:dd:yy) : Thu, Sep 21 2000
Time (hh:mm:ss) : 14 : 53 : 55

HARD DISKS	TYPE	SIZE	CYLS	HEAD	PRECOMP	LANDE	SECTOR	MODE
Primary Master	User	14452	1757	255	0	28004	63	LBA
Primary Slave	User	15374	1869	255	0	29794	63	LBA
Secondary Master	None	0	0	0	0	0	0	-----
Secondary Slave	None	0	0	0	0	0	0	-----

Drive A : 1.44M, 3.5 in.
Drive B : None
Floppy 3 Mode Support : Disabled

Base Memory:	640K
Extended Memory:	64512K
Other Memory:	384K
Total Memory:	65536K

Video : EGA/VGA
Halt On : All,But Disk/Key

Esc : Quit ↑ ↓ → : Select Item PU/PD/←/→ : Modify
F1 : Help (Shift)F2 : Change Color

ROM PCI/ISA BIOS (TX97-XE_)
POWER MANAGEMENT SETUP
AWARD SOFTWARE, INC.

Power Management : User Define	** Fan Monitor **
Video Off Option : Always On	Chassis Fan Speed : Ignore
Video Off Method : Blank Screen	CPU Fan Speed : 5443RPM
	Power Fan Speed : Ignore
** PM Timers **	** Thermal Monitor **
HDD Power Down : Disable	CPU Temperature : 50C/122F
Doze Mode : Disable	MB Temperature : 28C/ 82F
Standby Mode : Disable	** Voltage Monitor **
Suspend Mode : Disable	VCORE Voltage : 2.2V
	+3.3V Voltage : 3.3V
** Power Up Control **	+5V Voltage : 5.0V
PWR Button < 4 Secs : Soft Off	+12V Voltage : 12.0V
PWR Up On Modem Act : Disabled	-12V Voltage : -12.3V
AC PWR Loss Restart : Disabled	-5V Voltage : -5.3V
Wake On LAN : Disabled	
Automatic Power Up : Disabled	

Esc : Quit ↑ ↓ → : Select Item
F1 : Help PU/PD/←/→ : Modify
F5 : Old Values (Shift)F2 : Color
F6 : Load BIOS Defaults
F7 : Load Setup Defaults

ROM PCI/ISA BIOS (TX97-XE_)
BIOS FEATURES SETUP
AWARD SOFTWARE, INC.

Virus Warning : Disabled	Video ROM BIOS Shadow : Enabled
CPU Internal Cache : Enabled	C8000 - C8FFF Shadow : Disabled
External Cache : Enabled	C0000 - C7FFF Shadow : Disabled
Quick Power On Self Test : Enabled	D0000 - D3FFF Shadow : Disabled
HDD Sequence SCSI/IDE First: SCSI	D4000 - D7FFF Shadow : Disabled
Boot Sequence : CDROM,C,A	D8000 - DBFFF Shadow : Disabled
Boot Up Floppy Seek : Enabled	DC000 - DFFFF Shadow : Disabled
Floppy Disk Access Control : R/W	
IDE HDD Block Mode Sectors : HDD MAX	Boot Up NumLook Status : On
Security Option : Setup	Typematic Rate Setting : Disabled
PS/2 Mouse Function Control: Auto	Typematic Rate (Chars/Sec): 6
PCI/VGA Palette Snoop : Disabled	Typematic Delay (Msec) : 250
OS/2 Onboard Memory > 64M : Disabled	

Esc : Quit ↑ ↓ → : Select Item
F1 : Help PU/PD/←/→ : Modify
F5 : Old Values (Shift)F2 : Color
F6 : Load BIOS Defaults
F7 : Load Setup Defaults

ROM PCI/ISA BIOS (TX97-XE_)
PNP AND PCI SETUP
AWARD SOFTWARE, INC.

PNP OS Installed : No	DMA 1 Used By ISA : No/ICU
Slot 1 (RIGHT) IRQ : 11	DMA 3 Used By ISA : No/ICU
Slot 2 IRQ : Auto	DMA 5 Used By ISA : No/ICU
Slot 3 IRQ : Auto	
Slot 4 (LEFT) IRQ : Auto	ISA MEM Block BASE : No/ICU
PCI Latency Timer : 32 PCI Clock	SYMBIOS SCSI BIOS : Disabled
	USB IRQ : Disabled
IRQ 3 Used By ISA : No/ICU	
IRQ 4 Used By ISA : No/ICU	
IRQ 5 Used By ISA : No/ICU	
IRQ 7 Used By ISA : No/ICU	
IRQ 9 Used By ISA : No/ICU	
IRQ 10 Used By ISA : No/ICU	
IRQ 11 Used By ISA : No/ICU	
IRQ 12 Used By ISA : No/ICU	
IRQ 14 Used By ISA : No/ICU	
IRQ 15 Used By ISA : No/ICU	

Esc : Quit ↑ ↓ → : Select Item
F1 : Help PU/PD/←/→ : Modify
F5 : Old Values (Shift)F2 : Color
F6 : Load BIOS Defaults
F7 : Load Setup Defaults

ROM PCI/ISA BIOS (TX97-XE_)
CHIPSET FEATURES SETUP
AWARD SOFTWARE, INC.

Auto Configuration : Disabled	Onboard FDC Controller : Enabled
DRAM Read Burst Timing : x333	Onboard FDC Swap A & B : No Swap
DRAM Write Burst Timing : x333	Onboard Serial Port 1 : 3F8H/IRQ4
DRAM R/W Leadoff Timing : 10T/6T	Onboard Serial Port 2 : 2F8H/IRQ3
DRAM RAS# Precharge Time : 4T	Onboard Parallel Port : 378H/IRQ7
Refresh RAS# Assertion : 4T	Parallel Port Mode : ECP
Fast EDO Lead Off : Disabled	ECP DMA Select : 3
Speculative Leadoff : Enabled	UART2 Use Infrared : Disabled
SDRAM RAS# Timing : 3T/4T/7T	Onboard PCI IDE Enable : Primary
SDRAM CAS# Latency : 2T	IDE Ultra DMA Mode : Auto
SDRAM Speculative Read : Enabled	IDE0 Master PIO/DMA Mode : Auto
Passive Release : Enabled	IDE0 Slave PIO/DMA Mode : Auto
Delayed Transaction : Enabled	IDE1 Master PIO/DMA Mode : Auto
16-bit I/O Recovery Time : 1 BUSCLK	IDE1 Slave PIO/DMA Mode : Auto
8-bit I/O Recovery Time : 1 BUSCLK	
Video BIOS Cacheable : Enabled	
Memory Hole At Address : None	

Esc : Quit ↑ ↓ → : Select Item
F1 : Help PU/PD/←/→ : Modify
F5 : Old Values (Shift)F2 : Color
F6 : Load BIOS Defaults
F7 : Load Setup Defaults

ROM PCI/ISA BIOS (TX97-XE_)
CMOS SETUP UTILITY
AWARD SOFTWARE, INC.

HARD DISKS	TYPE	SIZE	CYLS	HEAD	PRECOMP	LANDE	SECTOR	MODE
Primary Master								

Select Primary Master Option (N=Skip) : N

OPTIONS	SIZE	CYLS	HEAD	PRECOMP	LANDE	SECTOR	MODE
2(Y)	14452	1757	255	0	28004	63	LBA
1	14454	28005	16	65535	28004	63	NORMAL
3	14451	3500	128	65535	28004	63	LARGE

Note: Some OSes (like SCO-UNIX) must use "NORMAL" for installation
ESC : Skip

gramme auf. Hardware- und Software-Interrupts arbeiten unabhängig voneinander, dienen aber demselben Zweck – sie regeln die Ein- und Ausgabe von Daten.

Die Interruptsignale müssen über eigene Interrupt-Leitungen übertragen werden. Hier unterscheidet man 16 IRQ-Leitungen (*IRQ = interrupt request*):

IRQ-Leitung	mögliche Belegung
IRQ 0	Zeitgeber
IRQ 1	Tastatur
IRQ 2	Erweiterung
IRQ 3	COM 2/4
IRQ 4	COM 1/3 (meist für Maus oder Modem)
IRQ 5	frei
IRQ 6	Controller für das Diskettenlaufwerk
IRQ 7	LPT 1 (meist für Drucker)
IRQ 8	Uhr, Kalender
IRQ 9	Netzwerkkarte, VGA-Karte usw.
IRQ 10	frei
IRQ 11	frei
IRQ 12	frei
IRQ 13	Coprozessor
IRQ 14	Festplattencontroller
IRQ 15	frei

Jeder Interrupt hat eine eigene hexadezimale Kenn-Nummer (INT 01h, INT 02h, ...).

Man unterscheidet beim PC:

- prozessorinterne Interrupts = „Traps“ (INT 00h – 07h, z.B. bei Division durch 0 wird INT 00h ausgelöst)
- durch Peripheriegeräte ausgelöste Interrupts (INT 08h – 0Fh)
- BIOS-Interrupts (Nummer INT 10h – 1Ah)
- Anwender-Interrupts (INT 1Bh – 1Fh, z. B. INT 1Bh = Drücken von CTRL-Break)
- DOS-Interrupts (INT 20h – FFh, z. B. INT 3Dh = Vorhandene Datei öffnen)

Funktionsweise von BIOS-Interrupts anhand der Tastatursteuerung

Hier ist der BIOS-Interrupt mit der Nummer 16h zuständig. Drückt man eine Taste auf der Tastatur, so entsteht ein elektrischer Impuls, der an eine spezielle Schaltung, die **Tastatursteuerlogik**, weitergeleitet wird. Diese Schaltung erzeugt einen so genannten Scancode, der genau der gedrückten Taste entspricht. Danach wird ein Interrupt an die CPU gesendet; die CPU löst dann ein BIOS-Programm (eine so genannte Interrupt-Service-Routine, ISR) aus, die dem Tastatursignal den entsprechenden ASCII-Code zuordnet. ASCII-Code und Scancode werden im Tastaturpuffer abgelegt, von wo sie zur Darstellung des Zeichens auf dem Bildschirm oder Drucker verwendet werden können. **Treiberprogramme** wirken genau hier: Sie „stehlen“ den Interrupt und statt des BIOS-Programms wird das Treiberprogramm ausgeführt. Das heißt, über Tastaturtreiber kann man eine geänderte Tastaturbelegung erreichen (z. B.

englisch/deutsch). Übrigens: manche **Vi-ren** wirken genauso!

- Bildschirmsteuerung: INT 10h.
- Drucker: INT 17h.
- Floppy Disk: INT 13h.

6.3 Ports

Neben dem Arbeitsspeicher kann der Prozessor auf einen speziellen Speicherbereich zugreifen, den man als "Ein-/Ausgabebereich" bezeichnet. Hier befinden sich die externen Bausteine, die besondere Funktionen wie etwa Zeiterfassung, Bildschirmsteuerung usw. realisieren. Diese Bausteine werden vom Prozessor gesteuert und müssen daher Informationen an die CPU liefern (Eingabe) oder Informationen von der CPU erhalten (Ausgabe).

Der I/O-Bereich ist wesentlich kleiner als der Hauptspeicher. Es stehen genau 64 KByte (= 65536) Adressen zur Verfügung. Um diesen Bereich zu adressieren, benötigt man 16-Bit-Adressen (int-Variablen).

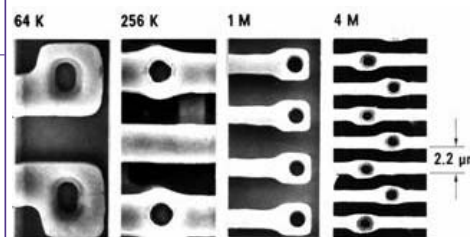
I/O-Adressen

Adressbereich	Anzahl Bytes	Funktion (ab AT)
000 - 00F	16	1. DMA-Controller (8237) für 8 bit-Transfers
010 - 01F		reserviert
020 - 021	2	1. Interrupt-Controller 8259 (IRQ 0 - IRQ 7, INT 08 - 0F in Interrupttabelle)
040 - 043	4	Zeitgeber (8253)
060	1	Tastaturport (Scan-Code)
061	1	Systemstatusbyte (zB NMI-Kontrolle)
064	1	Tastaturkommando-Port
066 - 067	2	PC-Konfiguration (herstellerabhängig!)
070 - 071	2	CMOS-RAM (Setup)
080 - 087	8	DMA Page Register und RAM Refresh
0A0 - 0A1	2	2. Interrupt-Controller für IRQ8 - IRQ15
0C0 - 0CF	16	2. DMA-Controller für 16 bit-Transfers
0F0 - 0FF	16	Coprozessor (8087, 80287)
1F0 - 1F8	4/8	Festplatten-Controller
200 - 20F	16	Game-Adapter
278 - 27F	8	LPT2
2E8 - 2EF	8	COM4
2F8 - 2FF	8	COM2
378 - 37F	8	LPT1
3C0 - 3CF	8	EGA/VGA-Karte
3E8 - 3EF	8	COM3
3F0 - 3F7	8	Floppy Disk Drive Controller
3F8 - 3FF	8	COM1

6.4 RAM

Random Access Memory. Arbeitsspeicher mit wahlfreiem Zugriff, Größenangaben in KByte oder MB.

RAM-Chips in PCs sind meist aus **dynamischen RAM-Bausteinen (DRAM)** aufgebaut. Sie sind mit einem Wasserkübel mit Loch im Boden vergleichbar. Ist dieser Kübel mehr als halb voll, so entspricht dies der Information „1“, ist er weniger als halb voll, so stellt dies „0“ dar. Will man nun den Wert „1“ speichern, so füllt man den Kübel mit Wasser an. Nun sorgt aber das Loch im Boden dafür, dass der Wasserstand ständig sinkt. Das bedeutet, wenn man eine Weile wartet, so geht die Information verloren. Man muss daher regelmäßig in den Kübel schauen und gießt nach Bedarf wieder Wasser nach. Dieses regelmäßige „Schauen-und-Nachfüllen“ (technischer Ausdruck: *Refreshing*) kostet natürlich Zeit. DRAMs sind aus diesem Grund langsam, aber preiswert. Technisch realisiert wird ein DRAM durch Kondensatoren, deren Ladung aufgefrischt wird. In jedem Auffrischungszyklus wird ein Bit ausgelesen (Kübel ausleeren) und sofort wieder eingelesen (Kübel voll füllen).



Vergleich der Packungsdichte von Leiterbahnen verschiedener Speicherchips (Foto: Werksfoto SIEMENS, München)

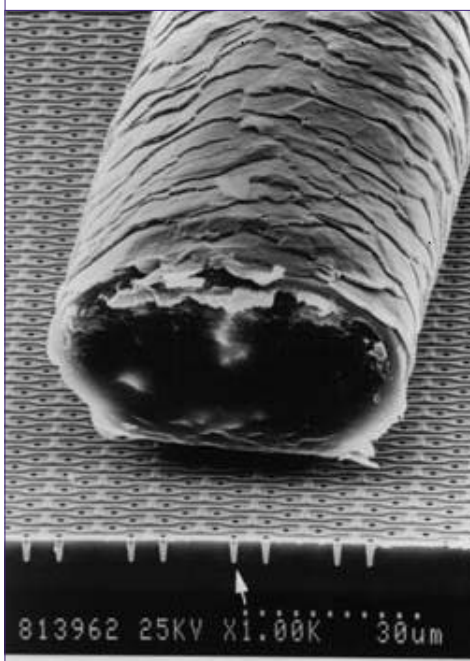


Abbildung: Vergleich eines 4 MBit-Speicherchips mit einem Haar (Werksfoto SIEMENS, München)

Eine Schnelligkeitsangabe für Speicherchips ist die **mittlere Zugriffszeit** (siehe auch „Festplatten“). Sie wird in Nanosekunden (1 ns = 10⁻⁹ s) angegeben. Typische Werte für 72 pin-SIMMs sind 70 ns

oder 60 ns, typische Werte für 168 pin-DIMMs sind 10 ns oder 6 ns.

DRAM-Chips sind heute in der Größe von bis zu 256 MBit gebräuchlich. Die Speicherkapazität lässt sich an der Beschriftung erkennen (das „x“ steht für eine zusätzliche, möglicherweise vorhandene Ziffer):

Beschriftung	Speicherkapazität
x164	64 KBit
x1256	256 KBit
x11024 oder x11000	1 MBit
x41000	4 x 1 Mbit

Oft gibt es ergänzende Angaben zur Zugriffszeit in ns, so bedeutet etwa 11000-10, dass dieser 1 MBit-Chip eine mittlere Zugriffszeit von 100 ns aufweist.

Beispiele

- 4164-20 64 Kbit-Chip mit 200 ns Zugriffszeit
- 41256-10 256 Kbit-Chip mit 100 ns Zugriffszeit
- 411024-7 1 Mbit-Chip mit 70 ns Zugriffszeit

CMOS-RAM: Ab dem AT befinden sich auf der Systemplatine zwei Chips in CMOS-Technik (eine Chipart, die mit sehr wenig Strom auskommt und fast keine Wärme entwickelt): einer sorgt für eine Echtzeituhr mit Datum, der andere nimmt die Systemkonfiguration auf. Beide Chips werden über eine Lithium-Batterie (hält bis zu 7 Jahre) oder einen Ni-Cd-Akku mit Spannung versorgt, auch wenn der Computer gerade nicht in Betrieb ist.

EDO-RAM (= *extended data out RAM*): Diese Module unterscheiden sich von herkömmlichen RAM-Bausteinen dadurch, dass sie den Speicher in besonderen Lesezyklen auslesen, womit der Speicherzugriff beschleunigt wird.

SDRAM (= synchroner DRAM): Im Unterschied zum „normalen“ DRAM kann hier ein zweiter Speicherzugriff erfolgen, bevor der erste abgeschlossen ist. Damit wird die Zugriffsleistung erhöht. Die üblichen Pentium II-kompatiblen *Motherboards* verlangen die Verwendung von dergleichen Speichermodulen. SD-RAM-Bausteine arbeiten heute mit Taktfrequenzen von 100 oder 133 MHz und haben Zugriffszeiten von 6 – 10 ns.

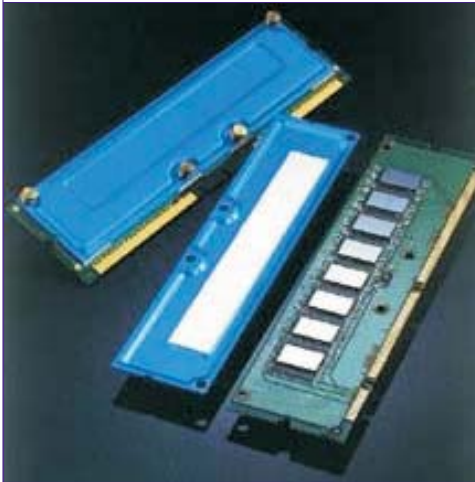


64 MB SDRAM-Chip mit 168 pins (Bild: Kingston)

Weiters hat man die so genannten **statischen RAM-Bausteine (SRAM)** entwickelt, die Daten über einige Zeit behalten können. Sie sind sehr schnell, jedoch wesentlich teurer als die dynamischen RAM-Bausteine. Sie bestehen – technisch gesehen – aus so genannten Flip-Flops. (= bistabile Multivibratoren, die Schaltungszustände dauerhaft speichern – im Prinzip sind das zwei „gegen-einander“ geschaltete Transistoren).

Direct-RAMBUS Dynamic RAM (DRDRAM): Rambus wurde 1990 von Dr. Mike Farmwald und Dr. Mark Horowitz gegründet und verschaffte sich seitdem einen hohen Bekanntheitsgrad. Die Nintendo-Spielekonsole N64 ist mit DRDRAM ausgestattet. 1995 begann eine Zusammenarbeit mit Intel, die die Einführung von DRDRAM als PC-Speicher der Zukunft zum Ziel hatte. Anders als andere Speichertypen ist Rambus-Speicher kein offener Standard. Intel kann somit durch kräftige Lizenzgebühren natürlich nebenher eine Menge Geld verdienen.

RDRAM arbeitet mit 400 MHz Speicherbus und nutzt zur Datenübertragung nicht nur die steigende, sondern auch die fallende Taktflanke, wodurch ein Datendurchsatz wie bei einer Taktung mit 800 MHz zustande kommt.



DRDRAM
(Quelle: <http://www.tomshardware.de>)

Double Data-Rate SDRAM (DDRSDRAM): Eine Weiterentwicklung von SDRAM, steht kurz vor der Marktreife. Diese Speichertypen erreicht fast die doppelte Bandbreite von SDRAM.

Die folgende Tabelle zeigt alle Speichertechnologien im Überblick:

Speichertyp	Bezeichnung	Busbreite	Taktrate	Effektive Taktrate	Bandbreite
		(Bytes)	[MHz]	[MHz]	[GByte/s]
RDRAM	PC800	2	400	800	1.6
RDRAM	PC700	2	356	712	1.424
RDRAM	PC600	2	266	532	1.064
SDRAM	PC133	8	133	133	1.064
SDRAM	PC100	8	100	100	0.8
DDR SDRAM	PC266 or DDR133	8	133	266	2.128

DDR SDRAM	PC200	8	100	200	1.6
	or				
	DDR10				
	0				

Um die PCs nicht zu teuer zu machen, andererseits aber ihre Rechengeschwindigkeit zu steigern, hilft man sich mit einem (hardwaremäßigen) *Cache-Memory* (Pufferspeicher, „cache“ engl. = „Versteck, geheimes Vorratslager“), welches aus einem SRAM-Chip besteht. Dieser Speicherbereich ist meist relativ klein (z.B. 64 – 256 KByte) und wird zwischen Prozessor und Hauptspeicher geschaltet. In diesen Speicher legt der Prozessor Datensätze, die er zwar nicht immer, aber sehr oft bei der Verarbeitung benötigt.

Ab dem PentiumPro- bzw. Pentium II-Prozessor ist Intel darauf übergegangen den Cache (inzwischen hat er eine Größe von 256 KByte bis 1 MByte; bis 2003 gibt es Prognosen für bis zu 8 MByte) in die CPU zu integrieren. Dadurch ist ein Takten des Cache mit der CPU-Taktfrequenz möglich, wodurch der Zugriff auf den Cache und der Datentransfer vom Cache zur CPU wesentlich schneller abläuft (noch bei Pentium-Motherboards war der Cache auf dem Motherboard installiert und mit dem wesentlich niedrigeren Bus-Takt von 33 oder 66 MHz getaktet).

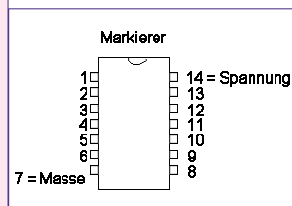
Es gibt noch eine zweite Art des Caching, das so genannte **Software-Caching**, das durch spezielle Treiber (z.B. DOS: Installation des Cache-Treibers **SMARTDRV.SYS**) ermöglicht wird. Allerdings wären solche Zwischenspeicher natürlich nicht in der Lage, die RAM-Zugriffe zu vermindern, da sie Programme darstellen, die erst selbst aus dem RAM gelesen werden müssen. Software-Caches werden als Festplattenpuffer eingesetzt, um langwierige Zugriffe auf die Platte zu vermeiden.

Zusammenfassung

CPU-Cache	Festplatten-Cache
hardwaremäßig implementiert	softwaremäßig implementiert (Treiber)
vermindert Zugriffe auf RAM	vermindert Zugriffe auf Festplatte

Die Chips sind heute folgendermaßen „verpackt“:

- **DIP** (*Dual Inline Package*): Der bekannte „Käfer“ mit den beiden Füßchenreihen: Beispiel für ein DIP-Gehäuse:



Die dargestellte Belegung von Pins 7 und 14 ist üblich, aber nicht verpflichtend.

Diese Form wird heute praktisch nur mehr für den CMOS-Speicher benutzt.

- **SIMM** (*Single Inline Memory Module*): Hier befinden sich auf einer kleinen Platine alle nötigen Speicherchips aufgelötet. Die Pla-

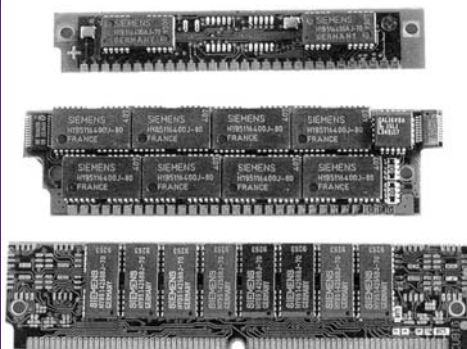
tine weist Kontaktzungen auf, die nur noch in eine spezielle Fassung eingedrückt werden. Vor allem bei Speichererweiterungen wird diese Bauweise angewandt.

So könnte eine 1 MB-Speichererweiterung folgende Chips enthalten:

- 9 Chips à 1 MBit (11 000; 8 Speicherchips + 1 Paritätschip)
- 2 Chips à 4 MBit (44 000) und 1 Chip à 1 MBit (11 000)

Die SIMM-Bausteine alter Bauweise hatten 30 Zungen (pins), später folgten 72 pin-SIMMs. Es gibt auch Speicherbausteine mit 130 Zungen. Die für Pentium II-Motherboards geeigneten 100 MHz-SDRAM-Chips haben 168 pins.

- Sind statt den Zungen Füßchen vorhanden, so spricht man von **SIP** (*Single Inline Package*).
- **DIMM** (*Double Inline Memory Module*): Prinzipiell besteht folgender Unterschied zum SIMM: Während beim SIMM „gegenüberliegende“ Pins (auf beiden Seiten der Platine) miteinander verbunden werden (und somit „einen“ Pin bilden, bleiben alle Pins auf einem DIMM isoliert. 168 pin-DIMMs sind heutiger Standard auf Pentium II/III-Motherboards.



RAM-SIMMs mit 30 pin, 72 pin und 130 pin (Bild: PC-Welt)

6.5 EPROM

Erasable Programmable ROM. (Mit UV-Licht löschtbar)

Spezialfall: Elektrisch löschtbares PROM = EEPROM.

EAROM: *Electrically Alterable Read Only Memory*

Solche Chips werden in Bereichen eingesetzt, in denen die Produktion von ROMs aufgrund zu kleiner Stückzahlen nicht rentabel ist (Messwerterfassung, Elektronik etc). Oft werden diese Bausteine auch während der Entwicklung (etwa von BIOS-Programmen) verwendet, da sie änderbar sind und daher jederzeit eine neue, korrigierte Version des Programms speicherbar ist.

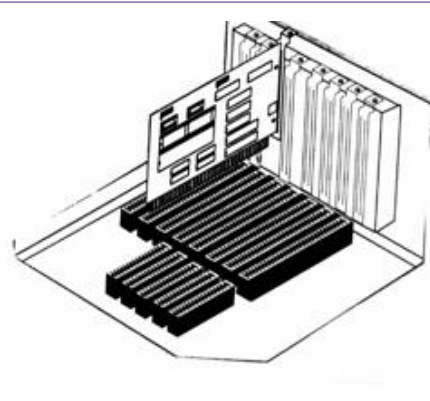
EEPROMs findet man zum Beispiel auch in Notebooks als BIOS-Chips. Neue BIOS-Versionen können durch spezielle Steuerprogramme „eingespielt“ werden. Auch *Flash-Memory-Chips* sind EEPROMs.

7 Ein-/Ausgabekarten und Schnittstellen (Interfaces)

Wir haben bereits gesagt, dass die wichtigsten Teile des Rechners auf dem Motherboard zu finden sind. Betrachtet man das Motherboard genauer, so bemerkt man eine Reihe von Einschüben (Steckplätzen), in denen verschiedene Karten stecken. Diese Karten stellen die Verbindung des Rechners zur Außenwelt dar, das heißt, sie ermöglichen den Anschluss von Peripheriegeräten. Ein-/Ausgabekarten erkennt man von außen immer an Steckmöglichkeiten an der Rückseite der Zentraleinheit (solche „Steckdosen“ bezeichnet man als **Schnittstellen**)

Auch für den Datentransfer vom Motherboard zur Schnittstellenkarte sind Standards nötig. Heute existieren folgende Standards:

7.1 ISA



Steckplätze auf der Hauptplatine, Einsetzen einer Steckkarte (Foto: VOBIS) - man erkennt die schmalen 8 Bit- und die breiteren 16 Bit-ISA-Steckplätze

Der ISA-Standard (*Industry Standard Architecture*) wurde mit dem AT (80286-Prozessor) eingeführt (der ISA-Bus wird daher auch oft als „AT-Bus“ bezeichnet) und seitdem nicht mehr verändert. Die Datenbusbreite beträgt hier 16 Bit, die Adressbusbreite maximal 24 Bit. **Achtung:** Maximaler Arbeitsspeicher ist hier nur 16 MB! Als maximale Taktfrequenz ist (auch bei 80486-ISA-Geräten!) 8,3 MHz möglich. Maximale Datentransferrate: 8 MB/s (wird aber in der Praxis nicht erreicht). Kommt auf neuen Motherboards nur mehr begrenzt zum Einsatz (maximal 3 ISA-Steckplätze gegenüber 4 PCI- und 1 AGP-Steckplatz).

7.2 MCA

Für die PS/2-Rechnerserie von IBM wurden nicht kompatible MCA-Bussysteme (*Micro Channel Architecture* = Mikrokanal-Architektur) verwendet. Datenbusbreite: 16 oder 32 Bit. Heute nicht mehr gebräuchlich.

7.3 EISA

Als Alternative zu MCA entwarfen die sieben größten PC-Hersteller Ende 1989 die EISA-Norm (EISA = *Extended ISA*). EISA ist 32 Bit breit, läuft aber ebenfalls nur mit einer Taktrate von 8,3 MHz. (Anmerkung: Die 32 Bit-Architektur der Prozessoren ab 80386 wird also nur von der

EISA-Norm voll ausgenutzt!) Maximale Datentransferrate: 16 MB/s, bei intelligenteren Karten auch mehr. Heute nicht mehr gebräuchlich.

7.4 VESA

Diese erste Norm für lokale Bussysteme wurde von der VESA (*Video Electronics Standard Association*) entwickelt. Bei lokalen Bussen handelt es sich um eine direkte Adress- und Datenverbindung (Busbreite jeweils 32 Bit) zwischen den Steckplätzen und der CPU. Lokale Bussysteme arbeiten synchron zur CPU, also auch mit derselben Taktfrequenz (damit fällt die 8,3 MHz-Begrenzung!). Der VESA-Local Bus (VLB) setzte sich nicht durch.

7.5 PCI

PCI = *Peripheral Component Interface*. Dieser Standard wurde von der Firma INTEL entwickelt und hat sich seither als **Standard-Bussystem** etabliert. Ab Anfang 1994 wurden immer mehr Systeme mit dieser lokalen Busnorm auf den Markt gebracht. Der PCI-Bus verbindet bis zu 4 Steckplätze und kann bei Bedarf auf eine Busbreite von 64 Bit verbreitert werden, was der Datenbusbreite des Pentium-Prozessors entspricht. Der PCI-Bus ist mit dem Prozessor nicht direkt verbunden, sondern kommuniziert über einen Controller-Chip. Ein weiterer Vorteil ist, dass zum PCI-Bus ein Autokonfigurationsmechanismus gehört, bei dem sich Mutterplatine und Erweiterungskarten selbständig konfigurieren. (Anmerkung: Bei den herkömmlichen Systemen traten oft Probleme durch falsch gesetzte Jumper oder doppelt belegte Interrupts auf.) PCI-Systeme sind gegenüber VESA-Local Bus-Systemen etwa 30 % schneller.

7.6 PCI-X

Nachfolgestandard, 1999 beschlossen. Der neue Bus arbeitet mit bis zu 133 MHz und unterstützt 32 Bit- und 64 Bit-Karten. Auch herkömmliche PCI-Karten können weiterbetrieben werden.

7.7 AGP

Accelerated Graphics Port, eine von Intel entwickelte Schnittstelle für (3D-) Graphikkarten. Durch die gestiegenen Anforderungen der Software (CAD-Design, 3D-Spiele) waren große Speichermengen für die Graphikdarstellung auf den Graphikkarten notwendig, ebenso eine effizientere Kommunikation der CPU mit dem Graphikprozessor bzw. dem Graphikspeicher. Mit AGP kann ein Teil des Hauptspeichers für die Graphikdaten genutzt werden.

7.8 Kurzüberblick Ein-/Ausgabekarten

- **Grafikkarten** (Grafikadapter, Bildschirmschirmkarten): Man benötigt sie zur Ansteuerung des Bildschirms. Häufig verwendet werden VGA-Karten, Genaueres siehe Kap. 4.8!
- **Standard-Schnittstellenkarten** (Interfaces): Erst durch diese ist der Anschluss einer Maus, eines Modems oder eines Druckers möglich. Um die angeschlossenen Geräte und Baugruppen richtig anzusteuern, ist meist noch ein ei-

genes Treiberprogramm nötig (Maustreiber, Druckertreiber usw.).

- **PCS-Schnittstellenkarten:** Diese Karten zeichnen sich durch ein extrem kleines Format aus (Scheckkartengröße) und werden daher oft in Notebooks eingesetzt. Deren Norm wird als PCS-Norm (PC Card Standard, früher PCMCIA-Norm) bezeichnet. Die PCMCIA (*Personal Computer Memory Card International Association*) [scherzhaft: „people can't memorize computer industries' acronyms“] ist ein Konsortium, dem unter anderem Firmen wie IBM, Intel und Microsoft angehören. Dieses Konsortium beschäftigt sich mit der Entwicklung neuer Standards für Schnittstellenkarten. Die PCMCIA-Standards werden mit römischen Zahlen bezeichnet und unterscheiden sich derzeit vor allem in der Höhe der Erweiterungskarte:
 - PCMCIA-I 3,3 mm RAM, Flash-Memory, OTP
 - PCMCIA-II 5,0 mm Modem, LAN-Karten, Host-Adapter
 - PCMCIA-III 10,5 mm Festplatten
 - PCMCIA-IV 18 mm 68polige Kontakte



16 MB Flash-Memory-Karte

PCMCIA-Netzwerkkarte

An die PCMCIA-Schnittstellen können Modems, Faxmodems, Speichererweiterungen (siehe Kap. 4.4.4), Festplatten, Funktelefone, Netzwerkkarten usw. angeschlossen werden.

Eine neue Norm soll die "Miniature Card" werden, eine 38 mm x 33 mm x 3,5 mm große Karte für Flash-, DRAM- oder ROM-Speicher bis zu 64 MB.

- **Disketten- und Festplattencontroller:** Diese Karten dienen zur Ansteuerung von Disketten- und Festplattenlaufwerken und werden dort genauer behandelt. Es gibt auch Karten, die nur für die Festplatten- bzw. nur für die Diskettenstation-Ansteuerung verwendet werden können.
- **Soundkarten (Audiokarten):** verfügen über eigene Klangerzeugungsfähigkeiten, meist sind eigene Synthesizer-Chips eingebaut.
- **Videokarten, Frame-Grabber:** Mit diesen können Bilder vom Videorecorder, der Videokamera oder dem Fernseher abgetastet werden. Unter Umständen sind diese Bilder auch auf geeigneten Videorecordern speicherbar, wodurch Trickfilme erzeugt werden können.
- **Modem- und Faxkarten:** Hier kann man den Computer an das Telefonnetz

anschießen und so Datenfernübertragung durchführen.

- **Mess- und Steuerkarten:** Dazu zählen Karten, die zur Messung von elektronischen Schaltungen, Temperatur etc. dienen bzw. Karten, mit denen eine Roboteransteuerung möglich ist. Solche Karten sind etwa auch für den Betrieb von Barcode- und Scheckkartenlesegeräten notwendig.
- **Scannerkarten:** Über diese Karten wird ein Scanner (Gerät zum Abtasten von zweidimensionalen Text- und Bildvorlagen) angesteuert.
- **Netzwerkkarten:** Über diese Karten kann man mehrere Computer miteinander verbinden, man spricht von „Vernetzung“. Diese Karten werden im Kapitel „Kommunikation“ näher erläutert.

Von den hier genannten Zusatzkarten sind Festplattencontroller seit Einführung des Pentium-Prozessors auf jedem Motherboard integriert, auf einigen auch Sound- und Netzwerkkarten.

7.9 Standard-Schnittstellen

Wir wollen nun im Speziellen auf die Standard-Schnittstellenkarten eingehen, also jene Vorrichtungen, die es gestatten, Maus, Drucker etc. an den Computer anzuschließen. Schnittstellen stellen demnach „Berührungspunkte“ zwischen Zentralgerät und Peripherie dar.

Man unterscheidet:

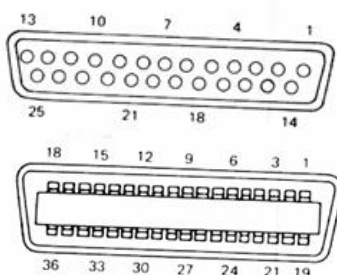
7.10 Parallele Schnittstellen

Werden üblicherweise als LPT1, LPT2, LPT3 bezeichnet (LPT = line printer); dienen meist zum Anschluss von Druckern.

Parallele Schnittstellen können 8 bits gleichzeitig übertragen, benötigen aber mehr als 8 parallele Leitungen (zusätzlich müssen Steuersignale etc. übertragen werden).

Bauarten:

- **CENTRONICS:** 25- oder 36polig (Pole = „pins“), Industriestandard, für Drucker- und Plotteranschluss, maximale Anschlusskabellänge ca. 4½ m.



- **IEEE 488:** 24 polig, von Hewlett Packard, auch als IEC-Bus (25polig) bezeichnet (IEEE = Institute of Electrical and Electronics Engineers; IEC = Internationale Elektrotechnische Kommission), maximale Länge ca. 20 m. Auch hier sind mehrere Geräte gleichzeitig anschließbar.

Heutige parallele Schnittstellen beherrschen auch den bidirektionalen **EPP-Mode** (Enhanced Parallel Port), mit dem auch ein schnellerer Datentransfer möglich ist (400 – 500 KB/s). Der **ECP-Mode**

(Enhanced Capabilities Port) garantiert bidirektionale Übertragung bis 1 MB/s.

PC-Schnittstellen werden vom Betriebssystem über ihre Standarddateinamen (LPT1:, COM1:, usw.) angesprochen. Der Programmierer kann sie aber auch direkt über ihre Portadressen ansprechen. Dadurch eröffnet sich die Möglichkeit, die Schnittstellen für Steuerungszwecke zu nutzen.

Beim Starten des Computers werden die Portadressen in der Reihenfolge 3BC, 378, 278 (hex) auf ihre Existenz überprüft und der Reihe nach LPT1, LPT2 und LPT3 zugeordnet (Parallele Schnittstellen). Ebenso werden die Adressen in der Reihenfolge 3F8, 2F8, 3E8, 2E8 (hex) auf ihre Existenz überprüft und der Reihe nach COM1, COM2, COM3, COM4 zugeordnet (Serielle Schnittstellen).

Diese Basisadressen können auf der Schnittstellenkarte (bzw. I/O-AT-Bus Controllerkarte) mit Jumpfern eingestellt werden.

Herculeskarten haben eine parallele Schnittstelle mit der Adresse 3BC, die als LPT1 installiert wird.

Für jede Schnittstelle sind mehrere Portadressen reserviert, beginnend mit den genannten Basisadressen. Zum Beispiel für LPT1: 378, 379, 37A hex.

Beispiele

Eine Schnittstelle mit 378h (alleine) wird als LPT1 installiert. Steckt man eine Herculeskarte dazu, so wird deren parallele Schnittstelle 3BCh als LPT1 installiert, 378h ist dann LPT2. Eine Schnittstelle mit 278h (alleine) wird als LPT1 installiert. Meist übliche Zuordnung der Portadressen:

- LPT1: 378h COM1: 3F8h
- LPT2: 278h COM2: 2F8h

Feststellen der Schnittstellenadressen

- 1 Computer mit AMI-BIOS zeigen die Portadressen beim Starten an.
(Rechteck mit Pause-Taste stoppen - Ein schneller Finger ist notwendig! Oder einen PAUSE-Befehl an den Anfang der AUTOEXEC.BAT schreiben.)
- 2 Mit einem Prüfprogramm, z.B. MSD (in DOS 6.2 enthalten) oder CHECKIT.

Die parallele Schnittstelle

Die parallele Schnittstelle ist als "Druckerschnittstelle" bekannt. Obwohl sie ursprünglich für 8-Bit Ein- und Ausgabe, also bidirektional, konzipiert war, sind die billigen parallelen Schnittstellen (z.B. auf I/O-AT-Bus-Controllern) nur für 8 Bit Datenausgabe eingerichtet. Jedoch können auch diese Standardschnittstellen wesentlich mehr, als nur Daten an einen Drucker zu senden.

Beispiele: Zugriff auf die Festplatte eines anderen Rechners mit INTERLINK (in DOS 6.2 enthalten) über die parallelen Schnittstellen, Datenübertragung mit LAPLINK (gleiches ausgekreuztes Kabel wie für INTERLINK); Netzwerkadapter (für Laptops statt einer Netzwerkkarte) und SCSI-Adapter (für externe Festplatten) am Markt erhältlich.

Pin	Ansprechen mit Port-Adresse:					Signal-Name	
Nr.:	port+0		port+1		port+2		
	(378h)		(379h)		(37Ah)		
	Ausg.		Eing.		Ausg.		
1				/A0	20 inv.	Strobe	
2	D0	20				Data 0	
3	D1	21				Data 1	
4	D2	22				Data 2	
5	D3	23				Data 3	
6	D4	24				Data 4	
7	D5	25				Data 5	
8	D6	26				Data 6	
9	D7	27				Data 7	
10			E6	26		Acknowledge	
11			/E7	27 inv.		Busy	
12			E5	25		Paper Empty	
13			E4	24		Offline	
14					/A1	21 inv.	Auto Linefeed
15			E3	23		Error	
16					A2	22	Init
17					/A3	23 inv.	Printer Select
18.. 25	Ground						

Pinbelegung der parallelen Schnittstelle (25-polige Sub-D-Buchse)

Für den nichtindustriellen Anwender sind Steuerungen und Regelungen über die parallele Schnittstelle deswegen interessant, weil der Aufwand sehr gering und die Handhabung besonders einfach ist: Eine parallele Schnittstelle ist auf jedem Computer verfügbar (25-polige Sub-D-Buchse), kein Hardwareeingriff, kein Softwaretreiber, keine Voreinstellungen notwendig!

Ausgabe: 8 Datenleitungen und 4 Steuerleitungen.

Eingabe: 5 Leitungen (entsprechend 5 Drucker-Steuerleitungen).

Die Eingabe von mehr als 5 Bit Datenbreite kann nur mit Hilfe eines Multiplexers in mehreren Schritten erfolgen. In diesem Fall kann eine Datenerfassungskarte die bessere Lösung sein.

Spannungen: Die parallele Schnittstelle hat TTL-Pegel:

Versorgung: +5V ±5%;

Eingang: Low < 0,8 V High > 2,0 V

Ausgang: Low < 0,4 V High > 2,4 V

Pufferung: Sollte grundsätzlich für alle Ein- und Ausgänge vorgesehen werden (auch wenn die Ausgänge kurzschlussfest sind). Dadurch werden nicht nur Beschädigungen im Kurzschlussfall, sondern auch Störungen durch Rückwirkung vermieden.

Geeignete Bausteine

74HCT541 8-fach-Puffer, nichtinvertierend (Line Driver)

74HCT540 8-fach-Puffer, invertierend

74HCT245 8-fach-Puffer, (bidirektional Transceiver)

Programmierung der parallelen Schnittstelle

Ausgabe

Zahl (1 Byte = 0..255) auf Portadresse zuweisen.

Der Zustand der Portleitungen bleibt solange gespeichert (*Latch*), bis eine neue Zahl ausgegeben wird. Nach einem Reset sind alle Leitungen auf High (entspricht 255).

Eingabe

Zahl (1 Byte) von Portadresse einlesen.

Die Bits 20, 21 und 22 sind irrelevant (keine entsprechenden Eingangsleitungen). Sie können z.B. durch ganzzahlige Division durch 8 entfernt werden.

Abfrage einzelner Leitungen (Bits) softwaremäßig durch bitweise UND-Verknüpfung:

```
z.B. wert & 0x08 (08 hex) liefert Bit
23:  wert 1011 1001
    & maske 0000 1000
    -----
        0000 1000
```

Beispiel

Ausgabe: D2 und D0 setzen Eingabe:

Turbo-Pascal

```
wert:=5; (Typ byte)
wert:= port [$379];
port [$378]:= wert;
```

Turbo-C

```
wert:=5; (Typ unsigned char)
wert= inportb (0x379);
outportb (0x378, wert);
```

Assembler

```
Wert DB 5 (1 Byte)
Wert DB 0 (8086)
MOV AL, Wert
MOV DX, 379h
MOV DX, 378h
IN AL, DX
OUT DX, AL
MOV Wert, AL
```

Heutige parallele Schnittstellen beherrschen auch den bidirektionalen **EPP-Mode** (*Enhanced Parallel Port*), mit dem auch ein schnellerer Datentransfer möglich ist (400 – 500 KB/s). Der **ECP-Mode** (*Enhanced Capabilities Port*) garantiert bidirektionale Übertragung bis 1 MB/s.

7.11 Serielle Schnittstellen

Serielle Schnittstellen können nur jeweils ein Bit übertragen. (Die Datenbits werden daher nacheinander = seriell übertragen.)

Das Herz einer seriellen Schnittstelle ist der **UART-Chip** (*Universal Asynchronous Transmitter*). Dieser Chip ist für die Erzeugung der notwendigen Signale für die Datenübertragung der bereitgestellten Daten verantwortlich. Alte PCs enthielten den leistungsschwachen UART-8250-Chip, moderne PCs sollten den UART-16550-Baustein enthalten.

Serielle Schnittstellen werden üblicherweise mit COM1, COM2, COM3, COM4 bezeichnet (*COM = communication port*). An serielle Schnittstellen können Modem, Maus, Digitizer, fallweise Plotter usw. angeschlossen werden.

Für die Angabe der Übertragungsgeschwindigkeit verwendet man heute meist die Einheit **Bit pro Sekunde** (bps): [Früher war der Begriff "Baud-Rate" üblich. 1 Baud = 1 Signalwechsel pro Sekunde, bei digitaler Übertragung (Übertragung von zwei Zuständen: 0/1) gilt: 1 Baud = 1 Bit/s (bps)]

Die gebräuchlichsten Übertragungsraten sind 300, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200, 28800 und 57600 bps.

Bauarten

- **V.24:** legt funktionelle Eigenschaften fest; 25polig, Reichweite maximal 35 m. (**Pinbelegung siehe Tabelle**)
- **RS 232C:** legt funktionelle und elektrische Eigenschaften fest; 25polig. RS steht für „recommended standard“ (= empfohlener Standard).

Port	Adresse	Interrupt
COM1	03f8	IRQ4
COM2	02f8	IRQ3
COM3	03e8	IRQ4

Name der Leitung	Abkürzung	engl. Name	Position am 25poligen Stecker	Position am 9poligen Stecker
Schutzerde	GND	Protective Ground	1	
Sendedaten	TD	Transmitted Data	2	3
Empfangsdaten	RD	Received Data	3	2
Sendeanforderung	RTS	Request to Send	4	7
Sendebereitschaft	CTS	Clear to Send	5	8
Betriebsbereitschaft	DSR	Data Set Ready	6	6
Signalerde	GND	Signal Ground	7	5
Empfangssignal	(D)CD	(Data) Carrier Detect	8	1
Testspannung +			9	
Testspannung -			10	
Hohe Sendefrequenzlage einschalten			11	
Empfangssignalpegel			12	
2. Sendebereitschaft			13	
2. Sendedaten			14	
Sendeschrittakt	TC		15	
2. Empfangsdaten			16	
Empfangsschrittakt	RC		17	
Nicht definiert			18	
2. Sendeanforderung			19	
Betriebsbereit	DTR	Data Terminal Ready	20	4
Empfangsqualität	SQ		21	
Rufsignal	RI	Ring Indicator	22	9
Hohe Übertragungsgeschwindigkeit einschalten			23	
2. Sendeschrittakt			24	
Nicht definiert			25	

COM4	02e8	IRQ3
Die Informationslänge beträgt 8 Byte		
03f8=03f8+00		Transmit and Receive buffer / Baud Rate
03f9=03f8+01		Interrupt enable register / Baud Rate
03fa=03f8+02		Interrupt identification register
03fb=03f8+03	LCR	Line Control Register
03fc=03f8+04	MCR	Modem Control Register
03fd=03f8+05	LSR	Line Status Register
03fe=03f8+06	MSR	Modem Status Register

Baudratenbestimmung

Die Register 03f8 und 03f9 werden doppelt verwendet, einerseits als Send-/Empfangspuffer bzw. als *Interrupt-Enable-Register*, andererseits zum Einstellen der Übertragungsgeschwindigkeit.

Wie die Register konkret verwendet werden, hängt vom Bit 7 des LCR ab!

Die Geschwindigkeit der Übertragung wird durch einen Quarzkristall bestimmt, der einen Takt von 119 kHz liefert. Damit ist eine maximale Übertragungsrate von 115200 Baud möglich. Die tatsächliche Baudrate wird durch den „Baudratenteiler“ bestimmt. Dabei wird der Wert 115200 Baud (= Maximum) durch den Teiler dividiert.

Wenn das Bit 7 im LCR auf 1 gesetzt ist, gilt:

Der Baudratenteiler wird auf Adresse 03f8+00 : unteres Byte des Teilers sowie 03f8+01: oberes Byte des Teilers gesetzt.

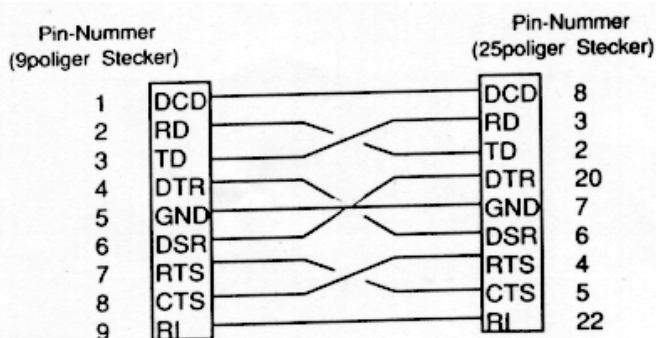
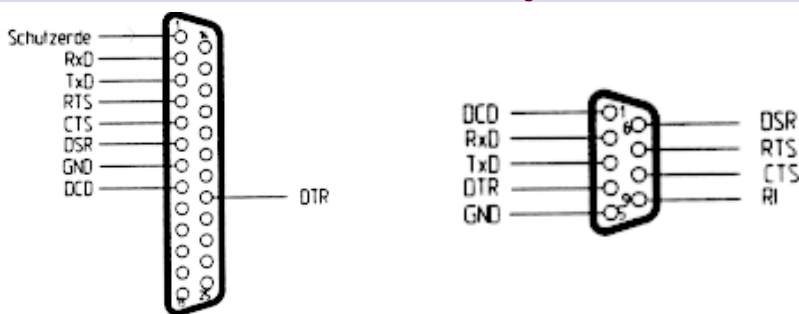
Wenn Bit 7 im LCR auf 0 gesetzt wird, haben die Register die „ursprüngliche Funktion“:

03f8+00: Send-/Empfangsdatenregister

03f8+01: Interrupt enable register

Beispiel: Eine Baudrate von 9600 Baud = 115200 / 12 soll eingestellt werden. Daher muss der binäre Wert 12 auf die Adresse 03f8 geschrieben werden: 00001100 = hex:0C

Die Leitungen der V.24-Schnittstelle



7.12 USB-Schnittstellen

Quellen

www.usb.org, www.computerchannel.de

USB (*Universal Serial Bus*) ist eine serielle Schnittstelle, die Plug-and-Play-kompatibel ist (angeschlossene Geräte also automatisch erkennt) und den Anschluss von maximal 127 Geräten ermöglicht. Dieses Bussystem wurde von Compaq, DEC, Intel, IBM, Microsoft, NEC und Northern Telecom entwickelt und steht seit 1998 in

allen neuen PC-Anlagen standardmäßig zur Verfügung. Es sind im Normalfall 2 USB-Schnittstellen vorhanden. Hat man mehr als 2 USB-Geräte, benötigt man einen USB-Hub (Hub = elektronischer Verteiler für Signale)

Das Geschwindigkeitsverhalten des Buses wurde auf Grund der unterschiedlichen Datenquellen in drei Bereiche aufgeteilt:

- **Low-Speed** (1,5 MBit/s): für den Anschluss von Tastatur, Maus und Joystick
- **Medium-Speed** (12 MBit/s): für den Anschluss von Modem, Scanner, CD-ROM-Laufwerken, Band- und Diskettenlaufwerken, Digitizer, Digitalkamera
- **High-Speed** (500 MBit/s): noch nicht implementiert.

Die Steckverbindung ist für alle Geschwindigkeitsbereiche ident: 4-polig; lediglich die maximalen Kabellängen sind von Fall zu Fall verschieden.



PC-System mit USB-Peripherie (Quelle: NEWSflash)

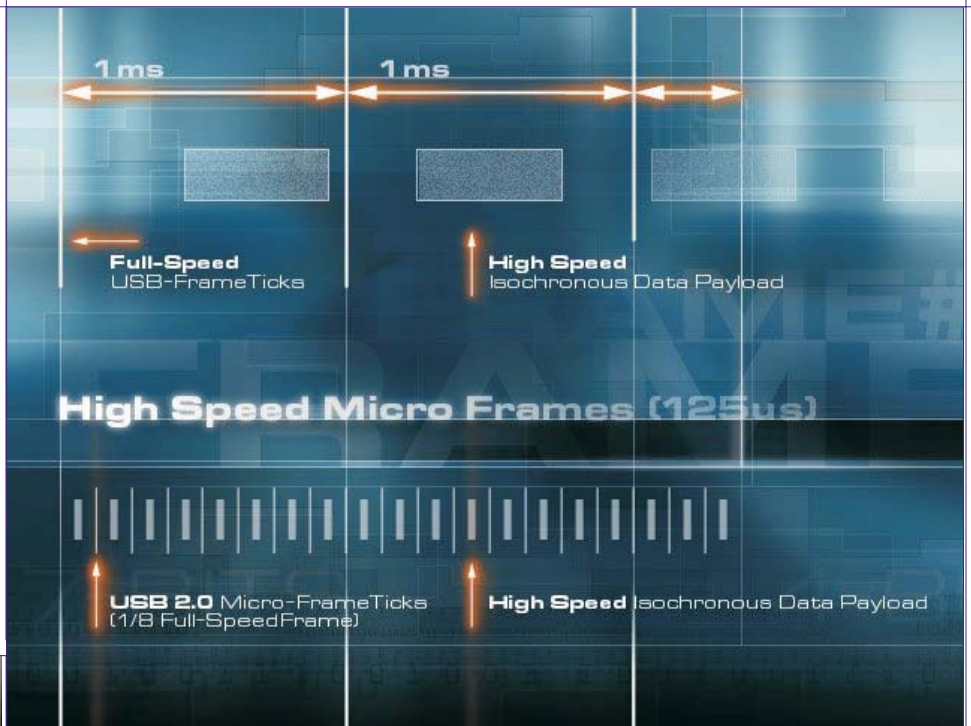
Allgemeines zu den USB-Standards

Die physikalischen und elektrischen Eigenschaften aller USB-Schnittstellen sind standardisiert und ermöglichen somit einen einwandfreien Betrieb von Geräten unterschiedlicher Hersteller miteinander. Die gesamte Datenübertragung innerhalb eines USB-Systems erfolgt paketorientiert. Der Host (normalerweise der PC) beziehungsweise der Hub übernehmen aktiv die Verwaltung und Steuerung der einzelnen Datenpakete. Sämtliche Datentransfers sowie Statusabfragen oder Interrupts werden erst auf Anfrage übermittelt (Polling).

Für die Übertragung großer Datenmengen wird entweder die "Bulk-Übertragung" oder die "Isochrone Übertragung" benutzt. Bei der Bulk-Übertragung erfolgt eine Bestätigung der korrekt empfangenen Daten durch ein ACK-Signal (Acknowledge; engl. "Bestätigung") und einer im Fehlerfall bis zu dreimal neu initiierten Datenübertragung (notwendig für verlustfreie Datenübertragung). Bei der Isochronen-Übertragung können Datenpakete unter Umständen auch verloren gehen, die Datenrate bleibt jedoch konstant (zum Beispiel bei Modems, USB-Lautsprechern oder Video-Schnittlösungen).

Dem USB-Protokoll aufs Paket geschaut

Bei der paketorientierten Datenübertragung innerhalb eines USB-Systems werden die Transaktionen in einzelne Pakete zu je exakt einer Millisekunde unterteilt. Jedes einzelne Paket (Token) wird am Anfang mit einem "Start of Frame" (SOF) markiert und mit einem "End of Frame" (EOF) abgeschlossen. Da sich alle angeschlossenen Geräte auf dieses Signal



Um schneller zu sein, zerteilt USB 2.0 ein USB 1.1-Timeframe in acht kleine Teile.



In einem USB 2.0-System können alle Datenraten gleichzeitig genutzt werden.

USB-Versionen

	USB 1.1 Low Speed	USB 1.1 Full Speed	USB 2.0 High Speed
Übertragungsrate	1.5 MBit/s	12 MBit/s	480 MBit/s
Maximale Endpunkte	2	31	31
Maximale Bulk-Paketgröße	8 Byte	64 Byte	512 Byte
Maximale Bulk-Übertragungsrate	16 kByte/s	1.1 MByte/s	56 MByte/s
Maximale isochrone Paketgröße	nicht möglich	1023 Byte	1024 Byte
Maximale isochrone Übertragungsrate	nicht möglich	1 MByte/s	24 MByte/s

einsynchronisieren, muss eine SOF-Kennung im Millisekundentakt auch dann noch gesendet werden, wenn sonst keinerlei Datenverkehr stattfindet. Mehrere Geräte können gleichzeitig innerhalb eines Frames angesprochen werden.

Im nebenstehenden Bild sind die einzelnen Informationspakete sowie deren Kennung und Zusammenstellung dargestellt. Durch eine Acht-Bit-Kennung (PID) wird die Funktion des jeweiligen Paketes festgelegt. Jeder SOF-Token wird mit einer elf Bit breiten Systemzeit (*Time Stamp*) markiert, um zum Beispiel eventuell auftretende Zeitüberschreitungen (*Timeouts*) der angeschlossenen Geräten feststellen zu können. Einfache Token werden mit einer Fünf-Bit-Cyclic-Redundancy-Checksumme (CRC) abgesichert, Datenpakete erhalten eine 16-Bit-CRC-Checksumme. Die USB-Spezifikation unterscheidet drei Datenübertragungsraten: "*Low-Speed*" mit 1,5 Mbit/s für langsame Eingabegeräte wie Mäuse, Tastaturen und Joysticks. Die Daten werden hierbei in einem Abstand von zehn Frames – maximal jede zehn Millisekunden – übertragen. "*Full Speed*" mit zwölf Mbit/s und ab der USB 2.0 Spezifikation "*High-Speed*" mit 480 Mbit/s.

Welche Geräte kennt USB überhaupt?

Um eine möglichst einfache Konfiguration der Treiber innerhalb eines USB-Systems zu erreichen, sind die Standardgeräte in folgende Geräteklassen aufgeteilt:

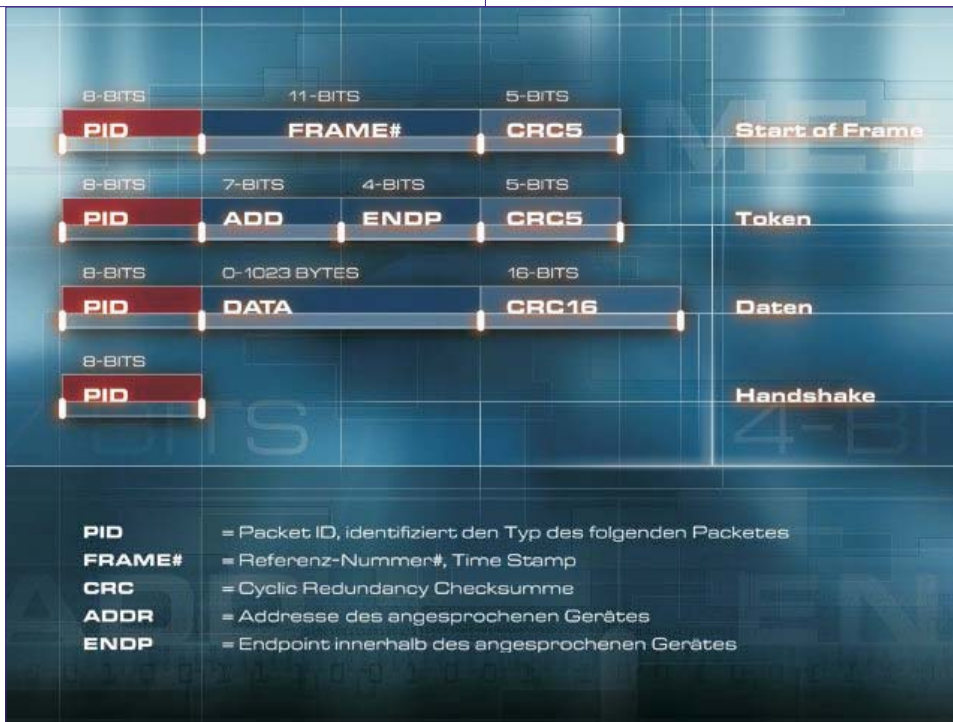
- Hub (Netzwerke)
- Audio (Lautsprecher, Mikrofon)
- Printer (Drucker, Scanner)
- Communication (Modems)
- Mass Storage (Festplatten)
- *Human Interface Device* (HID) (Keyboards, Mäuse, Joysticks)

Während der Initialisierung (Enumerierungsphase) melden sich die Geräte mit ihren jeweiligen Kennungen (festgelegt durch das *USB Implementers Forum*), die Gerätekategorie wird ermittelt und der jeweils notwendige Device-Treiber des Betriebssystems kann geladen werden. Die Kommunikation mit den Endgeräten erfolgt über definierte Kommunikationskanäle (*Pipes*). Pro Endgerät können je nach Spezifikation bis zu 31 Endpunkte parallel angesprochen werden.

Was ist neu an USB 2.0?

USB 2.0 ist eine vollständig abwärtskompatible Erweiterung des bestehenden USB-Standards. Vorhandene Kabel und Geräte können weiter benutzt werden. Bei der USB-2.0-Spezifikation werden die Millisekunden-Timeframes des USB 1.1-Standards in jeweils acht High-Speed *Micro-Frames* zu je 125 Mikrosekunden unterteilt. Somit wird die im Vergleich zu USB 1.1 um das vierzigfache höhere Datenrate von 480 MBit/s erzielt.

Meldet sich das den USB 2.0-Controller angeschlossene Endgerät als "*Full-Speed*"- oder als "*Low-Speed-Device*", wird automatisch auf die jeweils niedrigere Datenübertragungsrate umgeschaltet. Die Kommunikation innerhalb des gesamten Systems erfolgt somit immer mit



So ist das USB-Protokoll aufgebaut.

der höchsten möglichen Datenrate. Und dank der Abwärtskompatibilität von USB 2.0 können sämtliche Datenraten ohne Geschwindigkeitsverluste gleichzeitig in einem System benutzt werden. Eine Einschränkung gibt es dabei aber: Steckt ein USB 2.0-Gerät an einem USB 1.1-Controller, kann das Gerät nur mit der maximalen Geschwindigkeit von USB 1.1 betrieben werden.

USB-2.0-Controller-Bausteine, wie sie zum Beispiel die Firma Cypress herstellt, sind entscheidend für Geschwindigkeit des neuen Standards. Da der gesamte Datenverkehr in diesen Controllern selbstständig durch die USB-Engine erfolgt, stehen somit noch bis zu 98 Prozent der gesamten Rechenleistung des im Baustein integrierten Mikrocontrollers für die eigentliche Anwendung zur Verfügung. Diese Architektur ist der eigentliche Grund für die hohen Datenraten des USB 2.0-Standards.

Die Realisierung des Programmspeichers in SRAM-Technologie bietet einen weiteren wichtigen Vorteil: Bei der Initialisierung des Controllers wird das jeweilige Programm durch den Host-PC in den SRAM-Programmspeicher des Controllers geladen. Nach dem Download des Anwenderprogramms mit der neuen Konfiguration meldet sich der Controller nochmals am System als neues Gerät an, ein Update der Controller-Firmware (zum Beispiel zur Fehlerkorrektur) per Software-Download ist somit einfach realisierbar und jederzeit möglich.

USB oder Firewire?

Zur Zeit buhlen zwei unterschiedliche Standards um die Gunst der Anwender: Einerseits die von Apple entwickelte Firewire-Schnittstelle (auch IEEE 1394 genannt), die seit 1995 auch von Sony verwendet wird. Andererseits die in fast jedem neuen PC vorhandenen USB-Schnittstellen. Die Vor- und Nachteile der jeweiligen Technologie lassen sich am besten im direkten Vergleich bei-

der Standards aufzeigen. USB 1.1 liegt bei der Datenübertragungsrate mit maximal zwölf Megabit pro Sekunde (MBit/s) klar hinter Firewire (1394a), der bis zu 400 MBit/s überträgt. Erst USB 2.0 ermöglicht Datenraten mit bis zu 480 MBit/s und liegt somit wieder vorne.

Allerdings steht die neue Firewire-Spezifikation 1394b schon in den Startlöchern: Bis zu 3,2 Gigabit pro Sekunde über bis zu 100 Meter lange Kabel sollen mit 1394b möglich sein. Der neue 1394b-Standard verlangt aber eine neue, neunpolige Steckverbindung, wodurch neben der sechspoligen PC-Steckverbindung und der vierpoligen Steckverbindung der Sony Videokameras ein dritter Steckverbinder vorhanden sein muss. In Verbindung mit der maximalen Leitungslänge von 4,5 Metern beim alten Standard sind Verwechslungen vorprogrammiert.

Demgegenüber sind USB-Systeme beider Standards leicht zu handhaben. Zum einen bleiben die Steckertypen von USB 1.1 auch in der Version 2.0 erhalten und somit kompatibel. Zum anderen sind sie nicht zu verwechseln: Der breite A-Steckverbinder (rechts im Bild) wird immer "*Upstream*", das heißt in Richtung Host-System verwendet. Der kleine, eher quadratische B-Steckverbinder kommt immer "*Downstream*" in Richtung Peripheriegerät zum Einsatz. Eine Verwechslung oder das Zusammenstecken von Gerä-

Unikate: "Downstream"- und "Upstream"-Stecker sind nicht zu verwechseln.



ten, die nicht miteinander kommunizieren können, ist somit ausgeschlossen.

Ohne PC nichts los: Für den Aufbau eines USB-Systems ist ein PC nötig.

Einen Umstand bringt der hierarchische Aufbau eines USB Systems mit sich: Zur Steuerung des Datentransfers muss immer ein PC oder ein Laptop mit im Spiel sein. Weder Peripheriegeräte wie Digitalkamera und Drucker, noch Host-Controller können direkt miteinander verbunden werden. Somit ist ein direkter und PC-loser Datenaustausch zwischen den USB-Geräten unmöglich.

Firewire macht es hier einfacher: So können beispielsweise Daten direkt von einer Digital-Kamera ohne Umweg über einen PC auf einem Drucker ausgegeben werden.

7.13 „FireWire“ (IEEE 1394)

Sehr schnelle Schnittstelle (bis 400 MBit/s), ursprünglich von Apple entwickelt. An diese Schnittstelle können digitale Kameras, Scanner und professionelle Audio-Recording-Systeme angeschlossen werden.

7.14 SCSI (= Small Computer System Interface)

Quelle: www.adaptec.com

Der primäre Unterschied liegt in der Kommandosprache, die von den SCSI-Standards genutzt wird, und der Bandbreite, bzw. der maximal möglichen Geschwindigkeit (*siehe Tabelle*).

U2-Geschwindigkeiten sind nur dann verfügbar, wenn ein U2-Host-Adapter an einem LVD-Gerät und an dem LVD/SE-Port angeschlossen sind. Wenn ein *single-ended (SE) wide* (= „weit“) oder *narrow* (= „schmal“) SCSI-2-Gerät an dem LVD/SE-Port angeschlossen ist, dann fällt die Leistung aller angeschlossenen Geräte auf SCSI Ultra zurück (außer der Controller besitzt einen Multi-Mode-Chip, der die Art und Geschwindigkeit der Datenübertragung für jedes angeschlossene Gerät erkennt, z.B. AHA 2940U2W).

7.14.1 Definitionen: SE- und Differential-Schnittstelle

Die beiden Interface-Typen, definiert für SCSI, sind ein Differential-Interface und ein SE-Interface. Sie bezeichnen die elektronischen Schnittstellen, durch die die Datenbus- und Kontrollsignale von den SCSI-Geräten übertragen und empfangen werden.

Differential-Schnittstellen

Eine Differential-Schnittstelle ist definiert als die Referenz zu einem Schaltungstyp, der die Differenz zweier Signale benützt (eine +-Signal- und eine --Signal-Leitung).

Es gibt 2 Differential-Schnittstellen

- *Low Voltage Differential-Interface (LVD)*: so wie der AHA-2930U2, AHA-2940U2W und AHA-3950U2. Der Spannungsabstand beträgt 0,7 bis 1,8 V DC (max. LOW und min. HIGH).
- *High Voltage Differential (HVD)*: z.B. AHA-1744, AHA2944UW, übertrifft die Kabellängenbegrenzung mit leistungsfähigeren Transceivern/Empfängern, aber das erfordert höheren Leistungsbedarf und zusätzliche Elektronik-Schaltungen. Der Spannungsabstand beträgt 0,8 bis 5,25 V DC (max. LOW und min. HIGH). HVD ist ein eigenes Interface und kann nicht mit SE- oder LVD-Geräten gemischt werden. Adaptec HVD-Controller unterstützen nur für HVD entworfene Geräte.

SE-Schnittstellen

Ein SE-Interface ist definiert als die Differenz zwischen einem Signal und einer Referenz-Spannung (oder Masse).

SE, z.B. AHA-1540- und AHA-2940-Serien-Controller, übertragen Signale unter Verwendung einer Signalleitung kombiniert mit einer Masseleitung.

Hinweis

Wenn ein SE-Gerät, z.B. ein CD-ROM an einen *Differential-Host-Adapter*, oder ein Differential-Gerät an einen *SE-Host-Adapter* angeschlossen wird, können irreparable Schäden sowohl am Gerät wie auch am Host-Adapter

auftreten. Es gibt Zusatzadapter von *Third-Party*-Herstellern, die das Differential-Signal für SE-Benutzer umwandeln.

Low Voltage Differential (LVD-) Geräte werden als Ultra2 klassifiziert und sollten nur an Adaptern angeschlossen werden, die Ultra2-Geräte unterstützen.

7.14.2 Ultra2-Spezifikation

Ultra2 SCSI ist ein Teil der SCSI-2-Spezifikation. Ultra2 / LVD ist weniger anfällig für Störsignale und benötigt weniger Strom gegenüber den vorangegangenen SCSI-Standards, welche SE (*single-ended*) und HVD (*High Voltage Differential*). Ultra2 SCSI-Adapter unterstützen Ultra2 / LVD-Geräte mit einem SCSI-Burst-Transferrate von bis zu 80 MB/sec. Die maximale Kabellänge ergibt sich daraus wie folgt:

- 25 m (74.5 ft) Punkt-zu-Punkt - ein Ultra2 SCSI-Controller an nur einem Ultra2 LVD-Gerät
- 12 m (36 ft) gesamt - ein Ultra2 SCSI-Controller mit 2 oder mehr Ultra2 LVD-Geräten.

LVD erlaubt 16 Bit-*Wide-Transfer*-Geschwindigkeiten von bis zu 80 MB/sec. Mit einer Punkt-zu-Punkt-Kabellänge (1 SCSI-Gerät und Host-Adapter) von 25 m und einer Mehrfach-Geräte-Kabellänge von maximal 12 m. Der Spannungsabstand beträgt 0,7 bis 1,8 V DC (max. LOW und min. HIGH).

Multi-Mode-Chips erlauben auch den Anschluss von SE- oder LVD-Geräte an einen Bus. Werden LVD-Geräte angeschlossen und ein SE-Geräte hinzugefügt, so schaltet der Bus automatisch in den SE-Modus, mit der Begrenzung der Transferrate (40 MB/sec) und der Kabellänge (3m) des SE-SCSI, das LVD-Gerät wird begrenzt oder deaktiviert.

Obwohl der Bus SE- und LVD-Geräte auf einem gemischten Bus ansprechen kann, solltendie Geräte separat gehalten werden, also nur LVD-Geräte am LVD-Segment und SE-Geräte am SE-Segment.

7.14.3 SCSI-Terminierung

SCSI-Terminierung ist eine wichtige Eigenschaft eines SCSI-Busses.

Terminierung bedeutet, dass spezielle elektrische Widerstände (Terminatoren) in den Geräten an jedem Ende des Busses angeschlossen werden und **nicht** in anderen Geräten am Bus. Bei manchen SCSI-Geräten muss man diese Terminatoren per Hand anschließen oder entfernen. Andere Geräte haben bereits eingebaute Terminatoren, die per Schalter, Jumper oder per Software aktiviert und deaktiviert werden können.

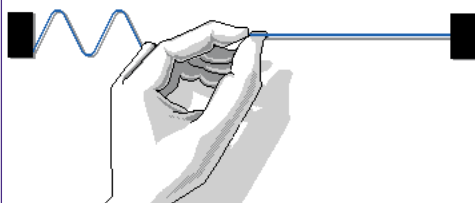
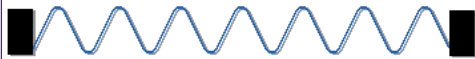
Der Host-Adapter und die angeschlossenen SCSI-Geräte müssen richtig terminiert werden, oder sie werden nicht zuverlässig arbeiten.

Der SCSI-Bus muss an beiden Enden korrekt terminiert werden, damit Daten und Kommandos von und zu allen Geräten korrekt übertragen werden. Das ist grob vergleichbar mit dem Senden von Vibrationen nach hinten und nach vorne über die gesamte Länge eines Seiles, das an beiden Enden befestigt ist.

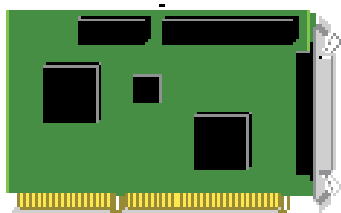
SCSI-Normen

	maximale Übertragung	Busbreite	maximale Anzahl Geräte	maximale Buslänge
SCSI-1	5 MB/s	8 Bit	7	6 m
SCSI-2	5 MB/s	8 Bit	7	6 m
Fast SCSI-2	10 MB/s	8 Bit	7	3 m
Wide SCSI-2	10 MB/s	16 Bit	15	3 m
ightFast Wide SCSI-2	20 MB/s	16 Bit	15	3 m
Ultra-SCSI	20 MB/s	8 Bit	7	3 m
Ultra Wide SCSI	40 MB/s	16 Bit	4/8	3 m/1,5 m
Ultra2-SCSI	40 MB/s	8 Bit	7	12 m
Ultra2 Wide SCSI	80 MB/s	16 Bit	15	12 m
SCSI-160 (SCSI-3)	160 MB/s	16 Bit	15	12 m
SCSI-320	320 MB/s	16 bit	15	12 m

Wenn man die Mitte des Seiles hält, können die Schwingungen nicht mehr übertragen werden. Dasselbe passiert mit den Daten und Kommandos am SCSI-Bus, wenn man ein Gerät in der Mitte des Busses terminiert.



Host-Adapter-Terminierung



Diese Information gilt für Computer, die einen SCSI-Host-Adapter besitzen. Wenn man SCSI in einem Laptop oder Notebook verwendet oder der Host-Adapter-Chip am Motherboard des Computers installiert ist, dann wird der Host-Adapter automatisch terminiert und man muss die Terminierung nicht ändern. Da in einem Notebook/Laptop kein Platz für interne SCSI-Geräte ist, kann man solche nur extern über eine Host-Adapter-Karte anschließen. Das bedeutet, dass diese Karte ständig am Ende des SCSI-Busses liegt und immer terminiert sein sollte.

Hinweis: Die Host-Adapter-Karte kann ein SCSI-Host-Adapter-Chip sein, ein PCMCIA-Host-Adapter (Adaptec SlimSCSI) oder Parallel-Port-SCSI-Host-Adapter (Adaptec's MiniSCSI).

Die Terminierung ist normalerweise per Werkseinstellung am Host-Adapter aktiviert. Man braucht diese Standard-Einstellung nicht ändern, wenn der Computer nur interne SCSI-Geräte hat oder nur externe. Tatsächlich braucht man sich durch die Host-Adapter-Terminierung nicht verwirren zu lassen. Zum Beispiel können Host-Adapter-Boards von Adaptec ihre Terminierung automatisch an die Gerätekonfiguration anpassen.

Wie auch immer, man muss die Terminierung des Host-Adapters **deaktivieren**, wenn das Host-Adapter-Board seine Terminierung nicht automatisch einstellen kann und sowohl interne als auch externe SCSI-Geräte angeschlossen sind (siehe dazu die Dokumentation des Host-Adapters).

Terminieren anderer SCSI-Geräte

Disketten-, CD-ROM-, Tape-Laufwerke und andere SCSI-Geräte müssen terminiert werden, wenn sie das letzte Gerät am Ende des SCSI-Busses sind. Die Ter-



minierung muss deaktiviert werden, wenn sich das Gerät in der Mitte des Busses befindet.

Es gibt mehrere verschiedene Wege um ein SCSI-Gerät zu terminieren:

- Per Hand die Terminierungs-Widerstände von den Sockeln nehmen oder einsetzen (interne SCSI-Geräte)
- Eine Schalter-Einstellung am Schalter-Block des Gerätes ändern.
- Einen Terminator-Stecker anstecken oder entfernen (für externe SCSI-Geräte)
- Die Geräte-Dokumentation lesen um herauszufinden, wie die Terminierung geändert werden kann (z.B. per Software).

7.14.4 Was ist Domain Validation und wie funktioniert sie?

Domain Validation ist eine wichtige SCSI-Eigenschaft von Ultra160 SCSI. Bevor eine Anwendung den Datentransfer beginnt, stellt *Domain Validation* einen essentiellen Systemmechanismus zur Verfügung, der das SCSI-Gerät mit maximal möglicher Datentransferegeschwindigkeit bereitstellt. Wenn also ein Gerät nur mit einem Bus arbeiten kann, der mit spezifischen, nicht optimalen Prozeduren arbeitet, sucht *Domain Validation* nach den spezifischen Datentransferprozeduren, um das Gerät lauffähig zu machen.

Domain Validation hilft also, ungültige oder unzureichende SCSI-Konfigurationen zu erkennen und, wenn möglich, zu umgehen. Obwohl das nicht ein Substitut für ein gutes SCSI-Konfigurations-Design ist, ist *Domain Validation* ein entscheidendes Sicherheitsnetz für Konfigurationsfehler, das Geräteinstallation und -betrieb erleichtert.

Nach jeder System-Aktivierung oder jedem SCSI-Bus-Reset folgend, beginnt ein vorgetäuschter SCSI-Bus von neuem an zu arbeiten. Zu dieser Zeit lokalisieren alle beeinflussten SCSI-Bus-Initiatoren alle SCSI-Targets am SCSI-Bus und behandeln diese individuell. Diese Behandlung etabliert den präzisen Mechanismus für einen Datentransfer.

Solch ein asynchroner Datenaustausch kann bei einer Datentransferrate von 5 MByte/sec stattfinden. Im Falle von Ultra160 SCSI bedeutet das, dass die eigentliche Datentransferrate 32mal so hoch ist wie die Geschwindigkeit, die zum Erreichen der „Übereinkunft“ möglich ist. In der Praxis ist eine vollständige Übereinkunft in bestimmten Fällen manchmal schwierig, wenn nicht sogar völlig unmöglich. Historisch gesehen bezieht sich dieser Fehler auf jene Geräte, die für den Initiator nur mit 5 MByte/sec erkenn-

bar sind. Diese Geräte können unerkennbar bleiben oder das Betriebssystem kann auf sie nicht zugreifen. Anders formuliert: Dieses Symptom signalisiert oft ernste Probleme, sowohl für den Verkäufer als auch für die Benutzer.

Domain Validation ist eine neues Merkmal von SCSI, das erstmals mit Ultra160 SCSI erschienen ist. Nach jeder vollendeten Ultra160 SCSI-Initiator-/Target-Übereinkunft führt *Domain Validation* einen Schnelltest durch, um sicherzustellen, dass der Datentransfer zwischen *Initiator* und *Target* mit der vereinbarten Geschwindigkeit durchgeführt werden kann. Stellt *Domain Validation* fest, daß die vereinbarte Datentransferrate nicht erreichbar ist, signalisiert sie dem Controller, dass eine neue Übereinkunft getroffen werden muss, die weniger anspruchsvoll ist. Dieser Übereinkunft/Test-Zyklus wird fortgeführt, bis ein sinnvolles Datentransferschema erreicht ist oder bis alle Möglichkeiten ausgeschöpft sind.

Einleitende Definitionen und Konzepte:

- **Physikalischer Layer:** Der physikalische Layer transportiert SCSI-Signale und hilft diese vor Interferenzen zu schützen. Er enthält: Terminatoren, Kabel, Erweiterungsadapter und „motherboard traces“; Anschlüsse und weiters Signalleitungsimpedanz-Levels, Anschluss-Abmessungen, Kabellängen, etc.
- **Domäne:** Die Domäne sind der physikalische Layer und alle SCSI-Initiator- und -target-Geräte, die daran angeschlossen sind. Die Domäne wird manchmal mit der SCSI-Konfiguration gleichgesetzt.
- **Integritätsprüfung:** Der Prozess der Verifizierung, dass eine Domäne einen Test-Datentransfer zwischen Initiator und Target mit der veranschlagten Datentransferrate und der Datenbreite durchführen kann.
- **Fall Back:** Der Prozess einer Neueinstellung des Datentransferschemas, der einem Fehler in der Integritätsprüfung folgt.
- **Echo-Puffer:** Ein optionaler 252-Char-Puffer, der auf einem Target-Gerät untergebracht ist. Ein Echo-Puffer unterstützt das Gerät beim Durchführen erweiterter *Domain-Validation*-Prozeduren.

Domain Validation – Überblick

Domain Validation hat momentan 2 Testebenen: 'Basic' und 'Enhanced'. Ein Initiator führt zuerst *Basic Domain Validation* durch. Wenn dieser Test ergibt, dass das vereinbarte Datentransferschema ungeeignet ist, wird "Fall Back" durchgeführt. Wenn der *Basic Domain Validation*-Test ergibt, dass das momentane Datentransferschema geeignet ist, fährt *Domain Validation* im *Enhanced*-Modus fort.

Mit *Enhanced Domain Validation* wird ein etwas extensiverer Datentransfertest durchgeführt. Wenn dieser Test das momentane Datentransferschema für ungeeignet erklärt, wird „Fall Back“ durchgeführt. Ein *Fall Back* im *Basic*- oder *Enhanced-Level* führt zu einer Neuermittlung des Datentransferschemas.

7.14.5 Technische Daten

Die maximale Kabellänge (interne plus externe Kabel) ist von der Anzahl der angeschlossenen Geräte am Controller und der maximalen Bandbreite abhängig. Eine höhere gesamte Kabellänge begrenzt die maximale Bandbreite aufgrund Signalabschwächung, Impedanz (Wechselstromwiderstand) der Geräte und der Signallaufzeiten.

SCSI-Anschluss-Diagramm

Diese Anschlüsse sind die häufigsten SCSI-Anschlüsse, die heute verwendet werden.

Verschiedene Hersteller verwenden verschiedene Bezeichnungen für die SCSI-Anschlüsse. Diese Tabelle ist eine Hilfe um die verschiedenen Anschlüsse zu unterscheiden:

Adaptec Terminologie	Alternative Terminologie
Low-density 50-pin	Centronics 50-pin
High-density 50-pin	Micro DB50 or Mini DB50
High-density 68-pin	Micro DB68 or Mini DB68
Very high-density condensed 68-pin	Ultra Micro DB68

7.14.6 Beschränkung der Festplattengröße

Unter DOS, Windows und Windows 95 OSR1 (*Original Retail Release*) wird die Festplattengröße durch das Betriebssystem auf 8 GB begrenzt; mit einer maximalen Partitions-Größe von 2 GB (0-2047 Zylinder).

Einige Host-Adapter haben kein BIOS, um Laufwerke mit mehr als 8 GB zu unterstützen, d.h. ein Laufwerk mit mehr als 8 GB kann möglicherweise nicht zu Gänze angesprochen werden.

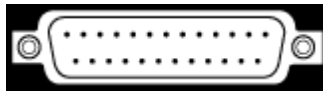
FDISK kann kein Laufwerk mit mehr als 8 GB ansprechen, wenn folgende Host-Adapter verwendet werden:

1. Die kein BIOS haben (z.B. AVA-1510, AHA-2910),
2. Die keine INT13-Erweiterungs-Unterstützung haben (z.B. AHA-1522A, AHA-154XC), oder
3. die die INT13-Erweiterungs-Unterstützung im SCSI-Select, erweitertes Konfiguration-Menü, deaktiviert haben.

FDISK von DOS, Windows 3.x, Windows 95A ist auf 8026 Zylinder begrenzt (0-8025 Zylinder), bedingt durch das FAT16-Addressierungsformat. Windows 95 OSR2 und Windows 98 können sowohl mit dem FAT16- als auch dem FAT32-Addressierungsformat arbeiten.

Um Laufwerke mit mehr als 8 GB ansprechen zu können, müssen 2 Dinge vorhanden sein:

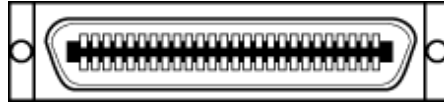
1. ein Host-Adapter mit einem BIOS, in dem die INT13-Erweiterungs-Unterstützung aktiviert ist (z.B. 2940UW, 2940U, 2940U/UW, 2940AU, 3940U/UW oder 154Xcp) UND
2. Windows 95 OSR2 oder Windows 98



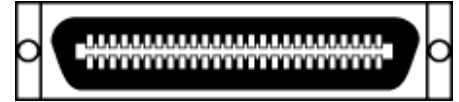
DB-25, Male External



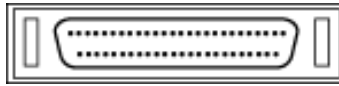
DB-25, Female External



Low-Density, 50-pin, Male External



Low-Density, 50-pin, Female External



High-Density, 50-pin, Male External



High-Density, 50-pin, Female External



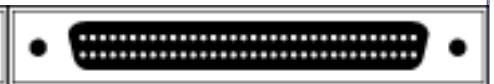
Low-Density, 50-pin, Male Internal



Low-Density, 50-pin, Female Internal



High-Density, 68-pin, Male External



High-Density, 68-pin, Female External



High-Density, 68-pin, Male Internal



High-Density, 68-pin, Female Internal

FDISK gibt hierbei einen Hinweis aus, lautend auf „Sie benützen ein Laufwerk mit mehr als 512 MB, wollen sie die erweiterte Adressierung verwenden [j,n]?“.

Wenn man dies sieht, so unterstützt das Dateisystem FAT32. Wählt man „N“, so wird FAT16 mit seiner 2GB-Beschränkung bezüglich der Partitionsgröße verwendet. Wählt man „J“, so kann man den gesamten Speicherplatz für eine einzige Partition verwenden.

Besitzt man Windows 95 OSR2 oder Windows 98 und einen AHA ohne INT13-Erweiterungs-Unterstützung, so kann man eine Partition größer 2 GB anlegen, aber man ist mit dem Zugriff auf 8 GB beschränkt.

Diese Einschränkung betrifft nicht Windows NT, wenn man NTFS, beo OS/2 HPFS oder Novell mit NetWare-Partitionen verwendet.

7.14.7 Anschluss externer SCSI-Peripherie (andere als 50 pin High Density)

- Der AHA-2940 Ultra arbeitet mit 20 MB/sec
- Der AHA-2920 und AHA-2910 haben denselben *high-density*, 50-pin externen Anschluss

Der AHA-2920, mit einer geringeren Geschwindigkeit von 10 MB/sec, oder der nicht-bootfähige AHA-2910 kann auch angeschlossen werden.

Konsumenten kaufen manchmal den nicht-Kit Ultra2-Adapter oder ein Motherboards mit integrierten Controllern und versuchen ein Standard-SCSI-fast/Ultra-Band-Kabel zu benutzen anstatt des teureren TP-Kabels mit LVD-Terminierung, das von Adaptec angeboten wird. Probleme, die dabei auftreten können:

System-Abstürze bei der Geräteerkennung, keine Geräteerkennung, periodisch auftretende Systemfehler oder Datenfehler.

7.15 PS/2

Hierbei handelt es sich um eine Schnittstelle, die vor allem für Tastatur und Maus eingesetzt wird. Sie ist fixer Bestandteil auf jedem modernen Motherboard.

8 Externe Speicher

1. Hat der Computer eine ausreichend große Festplatte, so ist der Arbeitsspeicher zu klein. Hat er einen ausreichenden Arbeitsspeicher, dann ist die Festplatte zu klein.
2. Eine Festplatte mit n GB Speicherplatz ist immer zu n-1 GB voll.

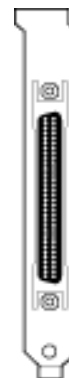
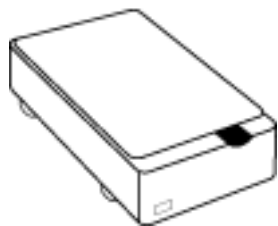
Überblick über externe Speichermedien

Medium	Speicherkapazität	Eigenschaften
Diskette	720 KB – 1,44 MB	sehr langsam (Zugriffszeit über eine Sekunde); minimaler Speicherplatz, sehr unzuverlässig
Festplatte	500 MB – ca. 40 GB	sehr schnell (Zugriffszeit 8 – 12 ms); zuverlässig; großer Speicherplatz
CD-ROM	650 MB oder 700 MB	eher langsam (Zugriffszeit 0,15 Sekunden); nur lesbar; sehr zuverlässig
Streamer (DAT)	200 MB – 20 GB	optimal für Sicherungskopien; sehr zuverlässig; für den laufenden Betrieb ungeeignet

Besitz man eines dieser Geräte

benutzt man dieses Kabel ...

zum Anschluss an eine der folgenden Karten ...

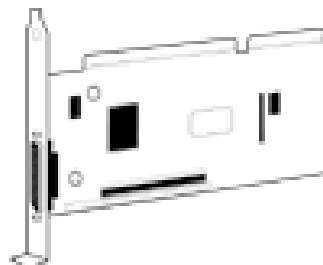
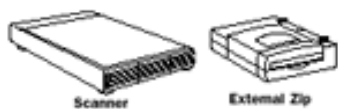


Wide Ultra SCSI Hard Drive 68-Pin weibl. Anschluss

High-Density 68-Pin Männl. auf High-Density 68-Pin Männl. Kabel; Adaptec P/N: ACK-W2W-E (der high-density 68-pin-Anschluss ist auch bekannt unter dem Namen Micro DB68 Anschluss)

AHA-2940UW

High-Density, 68-Pin, Weibl Externer Anschluss

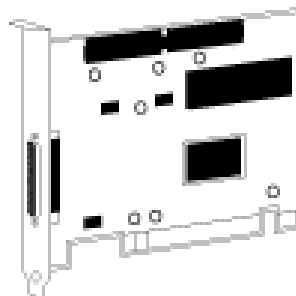
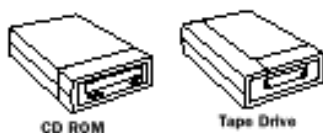


DB 25-Pin weibl. Anschluss

DB 25-Pin männl. auf DB 25-Pin männl. Kabel

Adaptec P/N: ACK-D2D CBL KT (97) (Check first if the peripheral comes with a cable.)

AVA-1505 "Apple Style", 25-Pin (DB 25), weibl. externer Anschluss



Centronics, 50-pin weibl. Anschluss. Einige ältere Geräte, für gewöhnlich SCSI-1, haben low-density, 50-pin weibl. Centronics

Centronics 50-Pin männl. auf High-Density 50-Pin männl. Kabel. Adaptec P/N: ACK-H2L CBL (97)

AHA-2940 Ultra

High-Density, 50-Pin, weibl externer Anschluss

3. Sind auf der Festplatte noch k GB frei, so braucht das neu zu installierende Programm mindestens k+1 GB.

(adaptiert nach: Graf, Murphys Computergesetze, Markt&Technik 1990.)

Die externen Speichermedien stellen das Gegenstück zum internen Arbeitsspeicher (RAM) dar. Während Daten im Arbeitsspeicher verloren gehen, wenn der Computer abgeschaltet ist, bleiben sie auf den externen Speichermedien erhalten.

Gegenüberstellung

Arbeitsspeicher	Externe Speicher
-----------------	------------------

Halbleiter (RAM)	magnetische, optische Medien
Daten und Programme nur während der Verarbeitung vorhanden	Daten und Programme können beliebig lange gespeichert werden.
schneller Zugriff (6 ns)	„langsamer“ Zugriff (Faktor 100.000 bis 10.000.000)
jedes Byte adressierbar	nur Gruppen von Byte adressierbar (Sektoren, Blöcke)
rein elektronisch	mit Mechanik behaftet

8.1 Diskette

„floppy disk“. Magnetisch beschichtete Kunststoffscheibe in einem Plastikgehäuse. Das Laufwerk wird häufig mit **FDD** (floppy disk drive) abgekürzt.

Die Diskettengrößen werden in Zoll angegeben (1 Zoll = 1“ = 2,54 cm). Standardgrößen sind 5¼“, 3½“ (8,9 cm) und 2“. Die 2“-Disketten sollten die 3½“-Disketten im Notebook-Bereich ablösen, haben sich jedoch aufgrund der geringen Speicherkapazität von 720 KB nicht durchgesetzt.

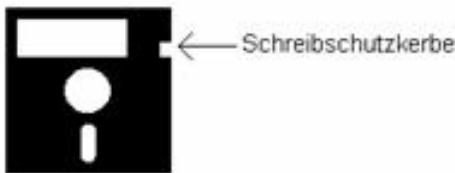
Je nach Art der Diskette kann die Schreibdichte variieren.

Diskettentypen

Diskettentyp	TPI	Spuren	Sektoren	Speicherkapazität
5¼" 2S/DD	48	40	9	360 kB
5¼" 2S/HD	96	80	15	1,2 MB
3½" 2S/DD	135	80	9	720 kB
3½" 2S/HD	135	80	18	1,44 MB
3½" 2S/XD	135	80	36	2,88 MB

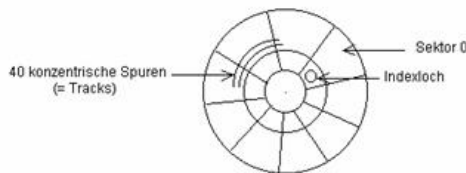
TPI = *tracks per inch* (Spuren pro Zoll)
 2S = *double sided*
 SD ... *single density* (veraltet)
 DD ... *double density*
 HD ... *high density*
 XD ... *extra high density* (1991, Bariumferrit) - wird kaum verwendet

8.2 Aussehen einer üblichen 5¼-Zoll-Diskette



Plastikgehäuse einer 5¼"-Diskette

Überklebt man die Schreibschutzkerbe, so ist ein unerwünschtes Ändern des Disketteninhalts im Normalfall nicht mehr möglich.



Magnetscheibe einer 5¼"-Diskette

8.3 Aussehen einer üblichen HD-3½-Zoll-Diskette

Hier gibt es keine Schreibschutzkerbe, sondern statt dessen einen Schnapper. Ist der Schnapper geöffnet, so ist die Diskette schreibgeschützt (also genau umgekehrt wie bei der 5¼"-Diskette).

8.4 Formatieren

Um eine *floppy disk* für die Speicherung verwenden zu können, ist es notwendig, die Spuren und Sektoren für den Rechner zu kennzeichnen. Vor allem die Spur 0 ist für eine einwandfreie Funktion erforderlich. Diesen Prozess nennt man „**Formatieren**“.

Um auf einer Diskette den Sektor 0 zu finden, ist diese bei der 5¼"-Diskette hardwaremäßig mit einem **Indexloch** gekennzeichnet. Die anderen Sektoren werden softwaremäßig gekennzeichnet.

Die kleinste Einheit der Datenorganisation ist ein Sektor, der zum Beispiel 512 Byte groß sein kann. Das bedeutet, dass immer ein ganzer Sektor (mit Prüfsum-

me) gelesen werden muss, wenn auf die Diskette zugegriffen wird.

Eine Spur ist folgendermaßen aufgebaut:

<Sync+Sektorkennung> <Daten>
<Prüfsumme> <Sync+ Sektorkennung>
<Daten> <Prüfsumme>...

Sync: Markierung des Sektorbeginns (eindeutiges Bitmuster)

Sektorkennung: Nummer des Sektors (Adresse)

Daten: Die eigentlichen Nutzdaten

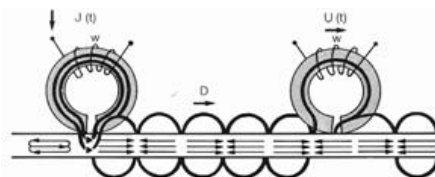
Prüfsumme: Dient zur Fehlererkennung und -korrektur

Physikalische Anmerkung: Die Aufzeichnungsdichte hängt von der **Koerzitivfeldstärke** ab; das ist jene Feldstärke in A/m, die notwendig ist, um die Magnetisierung an einer Stelle der magnetisierbaren Schicht vollständig zu entfernen. Je höher dieser Wert, desto sicherer sind die magnetischen Informationen gespeichert. Beispiel: DD-Diskette: 22000 A/m, HD-Diskette: 50000 A/m.

8.5 Tatsächliche Speicherung von Daten auf magnetischen Speichermedien

Egal ob Magnetband, Diskette oder Festplatte – das physikalische Prinzip des Speicherns und Lesens der Daten ist bei allen gleich. Kernstück ist ein drahtumwickelter Ringmagnet mit einem Spalt, der als **Schreib-/Lesekopf** bezeichnet wird.

Schreiben: An den Draht (physikalisch: Spule) werden Spannungsimpulse angelegt. Durch Induktion entsteht im Ringmagnet ein Magnetfeld, das durch den Spalt auf die Teilchen der Magnetbeschichtung übertragen wird. Diese Teilchen [genauer: auf die Weisschen Bezirke der Magnetbeschichtung. In jedem Magneten ordnen sich die Elementarmagnete in kleinen Bereichen parallel an; diese Bereiche werden in der Physik als Weissche Bezirke bezeichnet] werden in einer Richtung ausgerichtet. Wird die Richtung des Schreibstroms geändert, so ändert sich auch die magnetische Flussrichtung:

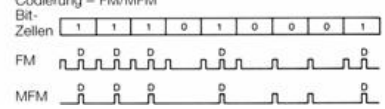


Hier sieht man das Prinzip des Schreibens (links) und Lesens (rechts). *J(t)* kennzeichnet den Schreibstrom, der die Magnetteilchen ausrichtet. *U(t)* ist die Induktionsspannung, die durch das Abtasten der magnetisch ausgerichteten Bereiche entsteht. (Copyright: BASF)

Soll beispielsweise der Buchstabe „S“ gespeichert werden, so ermittelt man zunächst den ASCII-Code für S. Dieser ist 8310 oder 0101 00112 (8 Byte). Wenn wir Disketten betrachten, so gibt es für die Aufzeichnung zwei Verfahren: FM (Frequenzmodulation) für einfache, MFM (modifizierte Frequenzmodulation) für doppelte Speicherdichte.

Die Codierung wird nach folgenden Regeln durchgeführt:

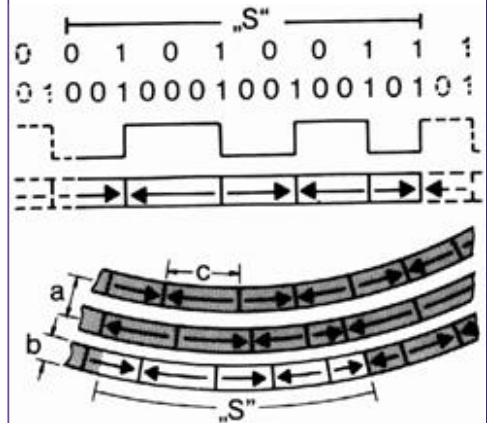
Diskette/Formatbeispiel für 5.25"



(Copyright: BASF)

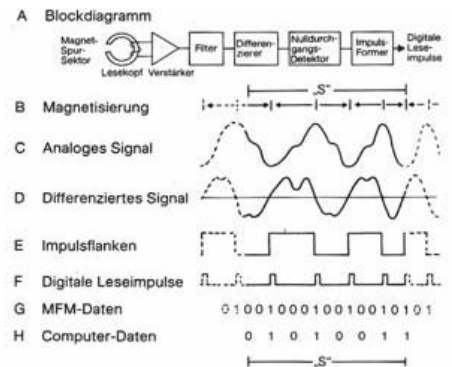
Bei der Frequenzmodulation werden Taktbits an den Beginn der Bitzelle geschrieben, die Datenbits D in die Mitte der Bitzelle. Bei der modifizierten Frequenzmodulation werden die Datenbits D zwar genauso in die Mitte der Bitzelle geschrieben; Taktbits werden aber nur dann an den Anfang der Bitzelle geschrieben, wenn kein Datenbit in die vorangegangene Zelle geschrieben wurde und kein Datenbit in der vorliegenden Zelle geschrieben wird.

Häufig wird MFM angewandt; als Beispiel jetzt die komplette Aufzeichnung des Buchstabens S:



Zunächst wird der ASCII-Code des Buchstabens S MFM-codiert, diese Informationen direkt in Schreibstrom umgesetzt, woraus das Magnetisierungsmuster entsteht. Im untersten Teil der Grafik bedeuten (a) Spurbstand, (b) Spurbreite und (c) Flusswechselabstand.

Wie erfolgt nun die Rückumwandlung des Magnetisierungsmusters in digitale Information (Lesevorgang)?

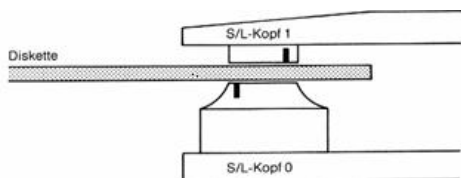


(Grafik: Copyright BASF)

Das vom Lesekopf erfasste Magnetisierungsmuster (B) wird verstärkt und als analoges Signal (C) ausgefiltert. Nach Passieren eines Differenzierers stellen die Nulldurchgänge die 1-Bits des MFM-Signals dar. Der Nulldurchgangsdetektor

setzt sie in Impulsflanken (D) um. Ein Impulsformer erzeugt daraus die digitalen Leseimpulse (F), die dann dem Buchstaben „S“ entsprechen. Über den Controller des Disketten-/Festplatten-/Bandlaufwerks werden die Lesesignale in Computerdaten umgewandelt und weiterverarbeitet.

Zum Begriff „2S“: In jedem modernen Diskettenlaufwerk befinden sich zwei Schreib-/Leseköpfe in folgender Anordnung: Durch diese beiden Köpfe (mit 0



(Grafik: Copyright BASF)

und 1 bezeichnet) kann jederzeit auf beide Seiten der Diskette zugegriffen werden. (Ein „Umdrehen“ der Disketten ist daher nicht notwendig bzw. darf nicht vorgenommen werden!)

Beim Beschreiben und Lesen einer Diskette sind zwei Bewegungen gekoppelt:

- die Rotation der Diskette
- die Vor-/Rückbewegung des sog. Schreib-/Lesekopfes

Der Schreib-/Lesekopf liegt **direkt** auf der Oberfläche der Diskette auf und „schleift“ gewissermaßen auf der Oberfläche entlang. Daher wird der Motor für die Umdrehung der Diskette auch nur dann gedreht, wenn tatsächlich Daten gelesen oder geschrieben werden sollen.

Umdrehungsgeschwindigkeiten:

- bei 5¼“-Disketten: 300 U/min = 1,68 m/s = 6,03 km/h
- bei 3½“-Disketten: 360 U/min = 2,09 m/s = 7,54 km/h

Disketten sollten daher immer sauber gehalten werden. Ein Vergleich zeigt den Grund:



8.6 Festplatte

Festplattenlaufwerke werden oft mit **HDD** (*hard disk drive*) abgekürzt. Vom Prinzip her arbeiten Festplatten gleich wie Disketten, jedoch haben Festplatten mehr Spuren als eine Diskette, es gibt auch mindestens 2 Schreib-/Leseköpfe. Heute werden meist mehrere Platten in einer Einheit („Plattenstapel“) verwendet. Das Plattenmaterial ist fast immer 2 mm dickes Aluminium. [Oft wird unterschieden zwischen „Fixplatten“, die in das Rechnergehäuse fix integriert sind, und „Wechselplatten“, die in einen fix mit dem Gehäuse verbundenen Wechselrah-

men gesteckt werden. Da aber dieselben Produkte sowohl als „Fixplatte“ als auch als „Wechselplatte“ verwendet werden können, scheint eine Unterscheidung nicht zweckmäßig. In diesem Skriptum werden die Begriffe „Festplatte“ (weil als Datenträger starre Aluminiumplatten im Gegensatz zur Kunststoffolie bei Disketten verwendet werden) und „Magnetplatte“ sowohl für fix montierte als auch für austauschbare Medien verwendet.]

Das erste Festplattenlaufwerk der Geschichte wurde 1956 von IBM ausgeliefert; es besaß einen Plattendurchmesser von 24“ und eine Speicherkapazität von 5 MB. 1973 stellte IBM ein 14“-Laufwerk mit dem Namen „Winchester“ vor, dessen Bezeichnung lange Zeit synonym zum Begriff „Magnetplatte“ verwendet wurde.

Heute führende Festplattenhersteller: Seagate Technology, Quantum, Western Digital, IBM, Maxtor und Fujitsu.

Festplatten immer größerer Kapazität drängen in den Markt; so sind derzeit EIDE- und SCSI-Festplatten mit Kapazitäten bis 75 GB mit IDE-Schnittstelle (IBM) und 50 GB mit SCSI-Schnittstelle (IBM) erhältlich (Stand: Juni 2000).

Baugrößen

- 5¼“ (veraltete Größe, meist ältere Bauart und daher langsam)
- 3½“
- 2½“

Bei Festplatten ist die magnetisierte



Quantum Viking II-Festplatte (9,1 GB, SCSI). Foto: NEWSflash (C2000)

Schicht viel dünner als bei einer Diskette. Man kann daher den Schreib-/Lesekopf (der genauso aufgebaut ist wie der von Diskettenlaufwerken) nicht mehr direkt auf die Schicht aufsetzen lassen, da diese innerhalb kürzester Zeit abgerieben wäre. Die Lösung: Die Magnetplatte rotiert sehr schnell (5400 – 12000 Umdrehungen pro Minute; das entspricht einer Geschwindigkeit von mehr als 60 km/h bei 3½“-Festplatten und sogar mehr als 90 km/h bei älteren 5¼“-Laufwerken!), dadurch entsteht „Fahrtwind“, der den leichten Schreib-/Lesekopf mühelos trägt (Abstand zur Oberfläche: 0,2 Mikrometer). Vorteil: Der Kopf kann sich an die Plattenoberfläche anpassen.

Hier sind Staubkörner usw. natürlich noch fataler als bei Disketten: Stößt der Schreib-/Lesekopf auf so einen Riesenbrocken, so wird er in die Höhe geschleudert und fällt nach dem Hindernis auf die Platte („*head crash*“). Dieses Aufschlagen beschädigt die Magnetschicht und damit die Daten. Um vor Luftverunreinigungen und Staubkörnern sicher zu sein, ist das Gehäuse heute meist mit Edelgas gefüllt und steht unter leichtem Druck. Undichtigkeiten führen daher zu einem langsamen Ausströmen des Gases. (Die frühere Methode, das Gehäuse zu evakuieren, führte bei undichten Stellen dazu, dass Außenluft angesaugt wurde!) Gleichmaßen gefährlich sind aber mechanische Einwirkungen von außen (Stöße, Umstellen des Geräts).

1992 entwickelte die Firma Conner eine Festplatte, deren Magnetscheiben mit einer dünnen Flüssigkeitsschicht überzogen sind, auf der der Schreib-/Lesekopf gleitet. Vorteile: Da der Film noch wesentlich dünner ist als ein Luftpolster, können noch höhere Aufzeichnungsdichten erreicht werden, außerdem ist kein *head crash* mehr möglich.

Beim Abschalten des Geräts wird der Kopf in die so genannte „*Landing Zone*“ gebracht, in der keine Daten gespeichert sind. Diese Zone befindet sich normalerweise ganz außen auf der Platte; dort setzt der Kopf auf. (Bei älteren Geräten musste man ein „Park-Programm“ ablaufen lassen.)

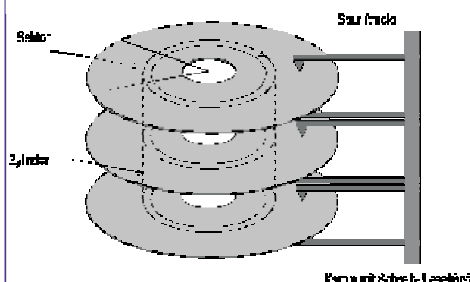
8.7 Aufbau eines Festplattenlaufwerks

Ein Festplattenlaufwerk besteht fast immer aus mehreren Festplatten, die zu einem Stapel zusammengefasst werden.

Bei der so genannten *Low-Level-Forma-*tierung der Festplatte werden die **Zylinder** und **Sektoren** der Platte definiert:

Die einzelnen Festplatten sind in Spuren und Sektoren unterteilt (genauso wie Disketten). Pro inch können z.B. bis zu 1500 Spuren angelegt werden. Alle untereinander liegenden Spuren bilden einen Zylinder, der mit einer Zylinderadresse versehen ist.

Auch bei Festplatten ist die kleinste ansprechbare Einheit nicht 1 Byte, sondern mindestens der Inhalt einer Spur pro Sektor (128 Byte bis 4 KB). DOS etwa fasst beim Formatieren aus Verwaltungsgründen meist 4 oder 8 Sektoren zu einem *Cluster* (Block) zusammen. Die kleinste Zuordnungseinheit beträgt daher 512 bzw. 1024 Byte.



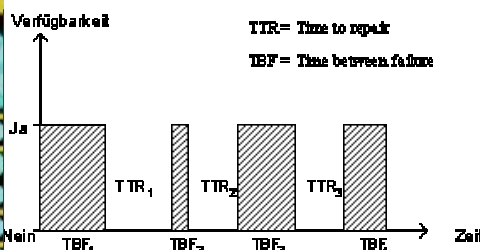
Hier gibt es Schreib-Lese-Köpfe für jede magnetisierbare Schicht einer Platte (Ausnahme: oberste und unterste Schicht).

Jede Spur ist mit einer Spurdresse versehen. Die Daten werden bitseriell gespeichert und zu einem Block zusammengefasst, der seinerseits mit einer Blockadresse versehen wird (bitseriell = Bits hintereinander).

Wichtig: Die Anzahl der Köpfe, die Anzahl der Zylinder und die Anzahl der Sektoren müssen bei AT-Bus-Platten in das Setup eingetragen werden!

8.8 Gütekriterien

- **Transferrate** (in KByte/s oder MB/s) = Datenmenge, die in einer Sekunde an die CPU geleitet werden kann; unter 5 MB/s sollte man sich bei einer Platte mittlerer Größe nicht zufrieden geben.
- **Integrierter Festplatten-Cache** (= eigener Speicher, der die gelesenen Daten einer Spur speichert und weitergibt), der auch „vorauslesen“ kann, d.h. während die Daten einer Spur weitergegeben werden, werden schon die der nächsten Spur ausgelesen.
- **Mittlere Zugriffszeit** (in ms) = Zeit, die die Festplatte durchschnittlich zum Finden und Laden eines Datensatzes benötigt; sollte unter 10 ms liegen.
 - Die mittlere Zugriffszeit einer Festplatte setzt sich aus zwei Zeiten zusammen:
 - (a) der Zeit, die der Schreib-/Lesekopf benötigt, um die richtige Spur zu finden (Positionierungszeit)
 - (b) der Zeit, die die Festplatte benötigt, um den richtigen Sektor durch Rotation um die eigene Achse einzustellen (Latenzzeit)
- **Step-Rate** = Positioniergeschwindigkeit der Schreib-/Leseköpfe
- **Umdrehungszahl:** 3600 ... 10000 min-1
- **Aufzeichnungsdichte** (tpi, tracks per inch)
- **MTBF** = mean time between failure: Die beste Festplatte wird einmal kaputt. Bei der Entwicklung eines Plattentyps testet die Herstellerfirma, wie lang durchschnittlich eine Festplatte störungsfrei läuft:

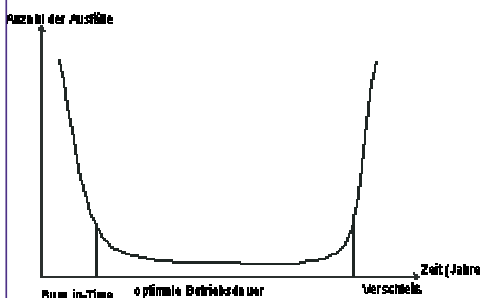


• Die „mean time between failure“ = MTBF (= mittlere Zeit zwischen zwei Ausfällen) ergibt sich durch

$$MTBF = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n TBF_i$$

- Die Anzahl der Ausfälle eines Systems ergibt normalerweise folgende Kurve:
- Das bedeutet: Bei Festplatten kann es vorkommen, dass sie gleich zu Beginn nicht funktionieren (z.B. durch Produktionsfehler); falls aber die Anfangsschwierigkeiten überwunden sind, lau-

fen sie normalerweise störungsfrei bis zur MTBF. Diese beträgt um die 100



000 Stunden (1 Jahr = 8700 Stunden, also mehr als 11 Jahre).

Für die Verwaltung einer Festplatte benötigt der Computer einen „Controller“.

8.9 Die wichtigsten Controller

1. **Schnittstellen auf Geräteebe-**
(kommunizieren direkt mit der Schnittstellenkarte im Rechnersystem):

ST-506, ST-412 (veraltet, bei XTs verwendet): Diese Schnittstelle unterstützt zwei Festplatten- und zwei Diskettenlaufwerke. Die ST-506-Laufwerke verwenden eine Aufzeichnungsmethode, die bereits besprochene „Modified Frequency Modulation“ (MFM). Zu erkennen sind solche Laufwerke an zwei Flachbandkabeln zur Controllerkarte: einem breiteren 34poligen Steuerkabel und einem 20poligen Datenkabel. Die Festplatten müssen im Setup eingetragen werden müssen. Datenübertragungsrate: 0,625 MB/s.

RLL (= Run Length Limited): Diese Abkürzung steht für ein Aufzeichnungsverfahren, welches eine Verbesserung des MFM-Verfahrens darstellt. Ebenfalls veralteter Festplattentyp. Datenübertragungsrate: 0,96 MB/s.

ARLL (= Advanced RLL): Weiterentwicklung von RLL.

ESDI (Enhanced Small Device Interface): früher hoher Standard, hat sich aber nicht durchgesetzt, aussterbend. Datenübertragungsrate: 1,25 – 2,5 MB/s.

2. **Schnittstellen auf Systemebene** (verwenden eigenen Expansionsbus zur Kommunikation mit dem Gerät):

IDE oder AT-Bus-Platte (IDE = Integrated Devices Equipment oder Integrated Disk Environment, da der eigentliche Controller direkt auf dem Festplattenlaufwerk integriert ist):

AT-Bus-Platten sind durch ein 40poliges Flachbandkabel mit der AT-Bus-Controllerplatine, die sich auf dem Motherboard befindet, verbunden.

IDE-Platten haben eine Maximalgröße von 528 MB.

Der AT-Bus-Controller besitzt eine Funktion zur automatischen Fehlerkorrektur. Das bedeutet: Tritt bei der Benutzung der Festplatte nach einer gewissen Zeit ein Fehler in einem bestimmten Bereich (Sektor) auf, so versucht der IDE-Controller, die Daten zu rekonstruieren. In etwa 95 % aller Fälle gelingt ihm dies; die Daten werden auf einen anderen Sektor geschrieben. In jedem Fall wird der be-

schädigte Bereich als fehlerhaft deklariert, sodass auf ihn nicht mehr zugegriffen werden kann. Die ursprüngliche Datenübertragungsrate betrug 800 KByte/s.

Mit diesem Controller sind üblicherweise zwei, maximal vier Festplatten ansprechbar (die primäre Festplatte erhält den Namen C:, die anderen heißen D: usw.). Die Festplatten müssen im Setup eingetragen werden.

Als **Enhanced IDE** (EIDE) wird eine abwärtskompatible Verbesserung der IDE-Norm bezeichnet. Hier sind Datenübertragungsraten bis zu 20 MB/s möglich. Die frühere Beschränkung der Festplattengröße auf 528 MB besteht nun ebenfalls nicht mehr; es können Festplatten bis 8,4 GB verwaltet werden. Für EIDE-Platten sind oft eigene Treiber nötig (Software).

SCSI-Host-Adapter (= Small Computer Systems Interface): parallele 8-bit-Schnittstelle in Form einer Steckkarte. Beim SCSI-Verfahren wird ein eigenes intelligentes Bussystem verwendet, während das AT-Bus-System – wie der Name schon sagt – den AT-BUS (ISA) nutzt. Dieser Controller eignet sich nicht nur für die Verwaltung von Festplatten, sondern für max. 7 beliebige Einheiten (z.B. MOs, WORMs, Streamer, CD-ROM-Laufwerke etc.); „selbstkorrigierende“ Festplatten. Datenübertragungsrate: (2,5 ... 10) MB/s. Die Festplatten müssen nicht im Setup eingetragen werden, es sind Festplatten-größen bis zu einigen GB möglich! Die eigentliche Steuerelektronik befindet sich auf dem Laufwerk, während die Host-Adapter-Karte nur die Verbindung zwischen den Laufwerken herstellt.

Aufzeichnungsverfahren bei ESDI-, AT-BUS- und SCSI-Platten: Das ARLL-Verfahren (Advanced RLL).

AT-Bus-Platten und SCSI-Platten können nebeneinander in einen Rechner eingebaut werden.

Während AT-BUS-Platten in das CMOS-Setup eingetragen werden müssen, ist dies bei SCSI-Platten nicht erforderlich. Diese benötigen statt dessen aber eigene Treiber, die RAM-Speicher verbrauchen.

Während AT-Bus-Platten teilweise durch die CPU gesteuert werden, haben SCSI-Festplatten den Controller am Adapter. Die CPU wird damit entlastet. Das ist besonders bei der Verwaltung großer Datenmengen eine Entlastung für die CPU; sie kann sich während einer Festplattenoperation um andere Aufgaben kümmern.

8.10 Magnetband

Magnetbänder wurden früher als übliches Speichermedium (statt Disketten und Festplatten) eingesetzt, heute dienen sie Archiv- und Sicherungszwecken.

Ein Magnetband besteht aus einer Kunststoffschicht mit einer darauf aufgetragenen magnetisierbaren Eisenoxidschicht. Die Zellen werden bitweise in neun Spuren durch unterschiedliche Magnetisierungsrichtungen dargestellt.

Bauweisen: Für Großrechenanlagen sind noch vereinzelt Magnetbandspulen

erhältlich, meist verwendet man heute Magnetbandkassetten.

(Anmerkung: Genauso funktionieren Tonbandkassetten und Tonbänder, nur dass man bei Studioaufnahmen bis 24 Spuren für die einzelnen Instrumente benutzt)

Das Schreiben erfolgt durch Magnetisieren mit einem Elektromagneten, das Lesen durch elektromagnetische Induktion.

Die Zeichen einer Datenmenge bilden als Gesamtheit einen Block. Alle zusammengehörenden Blöcke stehen auf einem Bandabschnitt, der Datei genannt wird.

Gütekriterien

- Bauweise
- Schreibdichte
- Spurenzahl
- Länge
- Übertragungsrage

Für Sicherungskopien von Festplatten verwendet man besonders leistungsfähige Magnetbänder (meist DAT-Kassetten = „digital audio tape“, die bisher vorwiegend im Audiobereich verwendet wurden), so genannte **DAT-Streamer** mit einer Speicherkapazität zwischen 500 MB und 20 GB.

Im PC-Bereich haben sich Bänder mit einer Breite von 0,5“ und 0,25“ durchgesetzt. Alle 0,25“-Bandkassetten sind nach der QIC-Norm standardisiert (*QIC = Quarter Inch Cartridge*).

Handelsübliches Streamer Tape:



Data Cartridge für ein konventionelles Streamer Tape-Laufwerk (Copyright: BASF)

Ein Sonderfall sind die als Scheck-, Bankomat- und Identifikationskarten verwendeten Magnetstreifenkarten. Magnetstreifenkarten bestehen aus Vollplastik, haben die Standardgröße 85,6 mm x 54 mm x 0,76 mm; in die Rückseite ist ein meist 0,5“ breiter Magnetstreifen integriert, der auf drei parallelen Spuren maximal 1394 Bit Daten aufnehmen kann. Heute durch einen Speicherchip ersetzt oder ergänzt.



HP-SureStore DAT-Streamer: Laufwerk und Cartridge (Foto: NewsFlash, HP)

8.11 Memory Cards

Memory Cards werden zunehmend bei mobilen Geräten statt den Festplatte eingesetzt. Sie bestehen aus mehreren *Flash-Memory-Chips*. Bei derartigen Chips handelt es sich um EEPROMs, haben Abmessungen von 1 cm x 1 cm x 0,1 cm und können bis zu 2 MB speichern.

Memory Cards können sowohl als externer Speicher (statt Festplatten) als auch als interner Speicher (RAM-Ersatz) verwendet werden.

Vorteile: stoßunempfindlich, geringe Abmessungen

Nachteile: nach 1 Million Schreib-/Lesezyklen ist die Card verschlissen, da sich durch die Löschvorgänge die Chips selbst zerstören.

Für den Einsatz der Flash-Chips als Massenspeicher entwickelte Microsoft das *Flash File System* als Betriebssystemerweiterung. Damit können *Flash-Memory*-Karten wie Festplatten verwendet werden.

Um die Kompatibilität der *Memory Cards* zu gewährleisten, wurde die **PCS-Norm** (*PC Card Standard*; früher: PCMCIA) entwickelt, der sowohl die Bauformen der Karten als auch Ein-/Ausgabevorgaben festlegt. Auf Grund dieser Norm können auch Faxmodems, Netzwerkkarten, Mini-Festplatten usw. betrieben werden, sodass diese Norm als Schnittstellennorm bezeichnet werden kann (siehe dort!).

8.12 CD- und DVD-Medien

Die erste *CD (compact disk)* wurde 1979 von Philips in Eindhoven vorgestellt, 1982 kam sie auf den Markt.

Derzeit stehen die Chancen gut, dass die CD durch die *DVD (digital versatile disk)* ersetzt wird.

Um von einer CD booten zu können, ist ein BIOS nötig, welches den El Torito-Standard erfüllt.

In der Zwischenzeit gibt es – technisch gesehen – verschiedene CD-Medien, die alle das gleiche Aussehen haben: runde 5¼“-Scheiben, die mit Acryllack überzogen sind.

Qualitätskriterien für die Laufwerke

- **Zugriffsgeschwindigkeit:** Wird in Millisekunden angegeben. Sollte bei modernen Laufwerken nicht über 150 ms liegen.
- **Rotationsgeschwindigkeit:** Meist wird der Multiplikationsfaktor auf die „Normalgeschwindigkeit“ der ersten Laufwerke (*Single-Speed* = 150 kByte/s) angegeben. Derzeit sind erhältlich: (*Double Speed* (2x), *Triple Speed* (3x), *Quad Speed* (4x), *Hex Speed* (6x), 8x, 12x, 24x, 32x nicht mehr

im Handel) 40x, 50x. Die Rotationsgeschwindigkeit nimmt direkten Einfluß auf die maximal mögliche Datentransferrate.

8.13 CD-ROM

Die CD kam ursprünglich aus der Musik-Industrie um die Magnetbänder abzulösen. Die CD-ROM ist also eigentlich ein Nebenprodukt der Musik-CD. Der Anwender kann sie nicht selbst beschreiben oder löschen. Eine CD besteht aus einer Polycarbonat-Scheibe (spezieller Kunststoff), die mit Aluminium beschichtet ist. In diese Alu-Schicht werden kleine Vertiefungen geätzt. Während an der Oberfläche der Laserstrahl gestreut wird, wird in den Ätzvertiefungen der Strahl genau auf ein Empfangsgerät gespiegelt, womit sich die beiden digitalen Zustände ergeben. Die Datenkapazität beträgt derzeit ca. 700 MB. Die Zugriffszeiten liegen im Bereich von ca. 0,15 s. Mit einem CD-ROM-Gerät können auch normale Audio-CDs abgespielt werden. Für CD-ROMs gibt es einige Standards: die beiden älteren werden als „Mode 1“ und „Mode 2“ bezeichnet, der neue als „CD-ROM/XA“, wobei XA für „extended architecture“ steht.

Dateisystem: Das ISO-9660-Format der CD-ROM kann lediglich 1 GB verwalten und hat zur Wahrung der Kompatibilität zur verschiedenen Betriebssystemen einige Einschränkungen:

- Dateibezeichnung 8 Zeichen lang, dazu 3 Zeichen für die Dateierweiterung
- Es können nicht alle Zeichen (v.a. Sonderzeichen) für die Namensvergabe verwendet werden.
- Es sind (inkl. Stammverzeichnis) nur 8 Verzeichnisebenen möglich.

Externes und internes CD-ROM-Laufwerk 12-20fach (Plextor)

Eingesetzt werden CD-ROMs zum Datentransfer (Installationsprogramme), für große Datenmengen im Grafikbereich (Foto-CDs, Computerspiele) und im Datenbankbereich (Rechtsdatenbank usw.).

8.14 CD-R

CD-Recordable. Diese Datenträger sind *WORM-Medien (Write Once Read Multiple)*, das heißt, sie können nur einmal beschrieben und dann nur mehr gelesen werden. Dieses Verfahren eignet sich vor allem zur Archivierung von Daten, die keiner Veränderung mehr unterworfen sind. Die CD-R gilt als einziges rechtlich völlig abgesichertes Speichermedium und wird vor Gericht als Beweismittel anerkannt.

Die Daten werden per Laserstrahl in das Trägermedium eingegraben. Geräte dafür („CD-Brenner“) sind bereits zu relativ mäßigen Preisen erhältlich.

Die Standard-CD-Rs haben die übliche Größe von 5¼“ und fassen 600 – 720 MB. Für Großanlagen sind allerdings auch Medien in den Größen 8“, 12“ und 14“ erhältlich, die mehrere Gigabyte an Daten fassen.

Ausbaufähig: „JukeBox“ (Datenvorrat bis 1,5 TB [1 TB = 1 Terabyte = 1024

Gigabyte = 2^{40} Byte], Wartezeit max. 2 Sekunden).

8.15 CD-RW

CD-Read & Write. Wiederbeschreibbares optisches Medium mit gleicher Speicherkapazität wie CD-R.

8.16 DVD (Digital Versatile Disk)

Die DVD wurde ursprünglich entwickelt, um den veralteten analogen VHS-Standard bei Videokassetten abzulösen (ursprüngliche Bedeutung von DVD „Digital Video Disk“).

Die DVD fasst bis zu fünfundzwanzigmal mehr Daten als eine CD. DVD ist eine Fusion von SDD (*Super Density Disk*) und MMCD (*Multi Media CD*).

Prinzipiell ist die DVD ein holografischer 3D-Speicher.



DVD-Laufwerk mit Medien (Quelle: NEWSflash, C2000)

Die DVD ist ein vielschichtiges Medium. Die Kapazität einer einzigen DVD-Datenschicht ist mit 4,7 GB etwa siebenmal so hoch wie die einer CD. Die Norm sieht auch eine einseitige Zweischichten-DVD mit insgesamt 8,5 GB Kapazität oder eine zweiseitige Zweischichten-DVD mit 17 GB vor. (Theoretisch wären auch zehnschichtige DVDs denkbar!)

Die siebenfache Steigerung der Datendichte pro Schicht ist auf geringere Pit-Abmessungen, einen engeren Spurabstand (CD: 1,6 µm; DVD: 0,74 µm) sowie eine kürzere Wellenlänge des Laserlichts zurückzuführen. Die Lasersysteme herkömmlicher CD-Wiedergabegeräte und CD-ROM Laufwerke senden ein unsichtbares Infrarotlicht mit einer Wellenlänge von 780 Nanometern aus. Die neuen DVD-Player und DVD-ROM-Laufwerke arbeiten dagegen mit rotem Laserlicht von 650 und 635 Nanometern Wellenlänge.

Die kürzeren Wellenlängen korrelieren mit den kleineren, dichter angeordneten Pits: Das sind die Vertiefungen auf der CD/DVD, die die Information tragen. Zudem ist das neue Lasersystem mit einer Optik ausgestattet, die den Laser schärfer bündelt. Einen einseitige Zweischichten-Disk besteht aus zwei Pit-Schichten. Die untere ist mit Aluminium verspiegelt, eine teildurchlässige Folie trennt die beiden. Der Laser durchdringt die Folie und tastet zunächst die verspiegelte Ebene ab. Anschließend fokussiert er auf die obere Schicht und liest deren Daten aus. Ein elektronischer Puffer sorgt für fließende Übergänge.

„Single-Speed“ bedeutet bei DVD-Laufwerken 1350 KByte/s.

DVD-Player, die auch CDs lesen können, arbeiten mit Laserlicht verschiedener Wellenlänge.

Dateisystem: UDF (*Universal Disk Format*), kann mehrere Terabyte adressieren.



Querschnitt durch die DVD

8.17 Datenformate, Weiterentwicklung

Die Formate haben sich auf Grund der verschiedenen Möglichkeiten der Nutzung der DVD ergeben (Daten, Video, Audio, etc). Es gibt im Moment folgende Formate:

- **DVD-ROM** (Book A; nur lesbar)
- **DVD-Video** (Book B)
- **DVD-Digital Audio** (DVD-DA) (Book C; noch nicht verabschiedet!)
- **DVD-WO** (*write once*, Book D)
- **DVD-E** (*eraseable*, Book E)

Zum Abspielen von DVDs gibt es verschiedene Möglichkeiten, die komprimierten Daten zu dekomprimieren:

Eine Möglichkeit ist die Verwendung der **Graphikkarte**, wenn diese „Motion Compensation“ beherrscht: Die komprimierten Daten werden an den Graphikspeicher übertragen, der Graphikchip berechnet dann die Daten. Der Vorteil dabei: Die Daten kommen komprimiert (kleinere Datenpakete, kürzere Übertragungszeit) über den Bus und die CPU wird entlastet.

MPEG-Karten: Diese beinhalten einen Hardware-Decoder, der keine CPU-Ressourcen benötigt und viel schneller ist als die Software. Als weitere Vorteile sind hier zu nennen, dass MPEG-Karten immer einen TV-Ausgang (Vollbild!) haben und die Ausgabe simultan auf Monitor und Fernseher erfolgt. Es kann allerdings sein, dass eine Dekoderkarte eine niedrigere Bildqualität liefert als die Software-Dekodierung.

Die **Software-Dekodierung** ist erst ab einem PentiumII 233 MHz sinnvoll (wenn währenddessen keine anderen Aufgaben anstehen), ein Anschluss am Fernseher ist nur mit einem TV-Ausgang der Karte möglich, ein Vollbild am Fernseher nur dann, wenn am Monitor ebenfalls ein Vollbild erscheint.

Ein Vorteil der Software-Dekodierung ist, dass Bilder besserer Qualität entstehen können.

8.18 Magnetblasenspeicher

Ein Yttrium-Europium-Dünnschicht-Plättchen mit „verkehrt“ magnetisierten Zonen bildet durch Stromimpulse wandernde magnetische Blasen. Wird als Steckmodul angeboten, Kapazität im MB-Bereich, Zugriffszeit länger als bei Halbleiterspeichern, da die Bits nacheinander

gelesen werden müssen. Vorteil: relativ unempfindlich; die Informationen bleiben auch nach Abschalten des Computers erhalten (Portables, Roboter, Registrierkassen etc.).

8.19 Disketten-„Nachfolger“

Im Moment ist nicht abschätzbar, welcher der folgenden Standards sich durchsetzen wird:

8.20 ZIP



ZIP-Laufwerk zum Einsetzen von ZIP-Cartridges (Fotos: iomega)

Zip-„Diskette“ (meist als Cartridge bezeichnet) wiegt lediglich 30 Gramm. Zip bietet einen wahlfreien Zugriff auf die gespeicherten Daten und lassen sich wiederbeschreiben.

Diese Laufwerke gibt es in vier Ausführungen: externe Geräte zum Anschluss an die parallele oder USB-Schnittstelle oder an die SCSI-Karte sowie interne Geräte, die an die IDE-Schnittstelle (normalerweise für Festplatten verwendet) angeschlossen werden können.

Hauptanwendungsbereich ist derzeit der Transport von Daten.

Mittlere Zugriffszeit: 29 ms

Maximale Übertragungsgeschwindigkeit: 340 KB/s

Beim Zip-Medium handelt es sich um einen Magnetdatenträger. Dieser hebt sich von anderen Medien durch sein Elastizität ab und spannt sich durch die Rotation im Laufwerk zu einer Scheibe auf. Die Elastizität des Mediums schließt auch einen „head crash“ nahezu vollständig aus.

Cartridges zu 100 MB und 250 MB (erfordern eigene Laufwerke!) sind erhältlich.



ZIP-Cartridge zu 100 MByte

8.21 JAZ

Die JAZ-Technologie ist praktisch dieselbe wie die bei ZIP-Laufwerken verwendete. Jedoch ist die Kapazität der Datenträger größer; sie beträgt 1 GB bzw. 2 GB bei der neuen Generation dieser Laufwerke.

Technische Daten: Mittlere Zugriffszeit: 17 ms, maximale Übertragungsgeschwindigkeit (3,5 ... 6,5) MB/s.

8.22 LS 120 „Superdisk“

Weiterentwicklung des herkömmlichen Diskettenlaufwerks von 3M in Zusammenarbeit mit Matsushita Kotobuki Electronics (MKE). Das Laufwerk kann neben den neuen 120 MB-Disketten auch herkömmliche 3,5“-Disketten lesen.

Die LS 120 ähnelt einer 3,5-Zoll Diskette, unterscheidet sich intern aber durch eine eingebrennte Spurführung auf dem Medium. Das Laufwerk kann den Schreib-/Lesekopf nun sehr viel genauer positionieren, was eine Verkleinerung der Spurbreite und des Spurbereichs ermög-

licht. Laufwerke dieser Disketten können im Vergleich zu anderen Floppy-Laufwerken sogar mit der fünffachen Geschwindigkeit lesen und beschreiben.

Datentransferate: maximal 565 KB/Sekunde.

Im PC-Fachhandel sind diese Laufwerke allerdings so gut wie gar nicht zu finden (Stand: Juni 2000), ebenso fehlt ein Angebot an Datenträgern.

8.23 HiFD (High Capacity Floppy Disk)

Entwicklung von Sony. Datentransferate: maximal 3,6 MB/Sekunde intern, maximal 600 KB/Sekunde am Parallel-Anschluss. Speicherkapazität einer Diskette: 200 MB.

8.24 Weitere Wechselmedien

8.25 MO

Die MO (magneto-optische Disk) ist derzeit in Entwicklung. Das Trägermedium ist Kunststoff. Die Kunststoffscheibe ist in einer Hülle untergebracht. Die MO-Platten (auch „Cartridges“) haben die Größe von 3 1/2“ oder 5 1/4“ und eine Dicke von 5 mm (Vergleich: 3 1/2“-Disketten sind 3,2 mm dick). Dabei wird bei der Aufzeichnung eine geschützte magnetische Schicht per Laser bis auf die Curie-Temperatur (je nach Material verschieden: ca (150 ... 200)°C) erwärmt, dann werden die Magnetpartikel im Rhythmus des Datenfeldes mittels Magnetfeld gedreht. Im erkalteten Zustand können die „Datenpartikel“ ihre Lage nicht verändern, auch unter stärksten Magnetfeldern nicht. Beim Lesen wird die Tatsache benutzt, dass sich die Polarisation eines an der Magnetschicht reflektierten Lichtstrahls ändert („Kerr-Effekt“). Dabei muss der Lesestrahl wesentlich energieärmer sein als der Schreibstrahl, da er ja die Magnetschicht nicht erwärmen darf.

Kapazitäten: 5.25“-MO – ca. 5 GB; 3,5“-MO – 512 MB.

Mittlere Zugriffszeiten: (12 ... 40) ms.

8.26 PD

Bei der *Phase Change Rewritable Disk* (PD) handelt es sich um ein wiederbeschreibbares Medium, entwickelt von Panasonic. Ein Laserstrahl verändert hier die Reflexionseigenschaften der Oberfläche (Tellur), wobei man diesen Vorgang beliebig oft umkehren und wiederholen kann. Der Lesevorgang ist der gleiche wie bei CD-ROMs. Das bringt den Vorteil, dass PD-Laufwerke sich auch zum Lesen von CD-ROMs verwenden lassen.

Die PD ist 500.000 Mal wiederbeschreibbar.

Speicherkapazität: etwa 650 MB.

9 Eingabegeräte

9.1 Tastatur

Erweiterte Schreibmaschinentastatur (104 Tasten sind Standard) zur Eingabe von allen ASCII-Zeichen. Zu achten ist auf eine deutsche Beschriftung (1. Zeile: QWERTZ).



Typische PD

Eine Eigenheit der deutschen Tastatur ist die rechts neben der Leertaste liegende [AltGr] (*Alternate Green, Alternate Gray*)-Taste, die von der Wirkung her genauso arbeitet, als würden die [Alt] - und die [Strg] -Taste gleichzeitig gedrückt werden. Sie dient zum schnellen Abrufen von Tasten-Drittbelegungen (z. B. \, {, [, ~, µ,). [Die Bezeichnung stammt von der Farbe, in der das dritte Zeichen auf die Tastatur gedruckt war – vorherrschend waren bei IBM-Tastaturen die Farben grün und grau. Noch heute sind die „Drittbelegungen“ auf manchen Tastaturen farbig aufgedruckt. Bei deutschen Tastaturen ist die [AltGr] -Taste nicht durch ein gleichzeitiges Drücken der Tasten [Alt] und der [Strg] ersetzbar!]

In der Tastatur arbeitet ein eigener Prozessor (meist INTEL 8042), welcher die CPU von einigen Aufgaben entlastet: z.B. werden die Leuchtdioden auf der Tastatur verwaltet, die Betriebsart des Zifferblocks oder die Wiederholung länger gedrückter Tasten.



PC-Tastatur für AT-Geräte (nach DIN 2137/2, MF2-Tastatur, Abkürzung für „Multifunktions-Tastatur“) (Grafik: Microsoft)

9.2 Maus

Die Maus ist ein Eingabegerät, mit dem man jeden Punkt des Bildschirms ansteuern kann und durch Tastendruck („Anklicken“) in bestimmten Bildschirmbereichen Programmfunktionen aufrufen kann.

Die häufigste Bauart einer Maus ist die optisch-mechanische. Kernstück ist dabei eine beschichtete Kugel, die an der Unterseite der Maus leicht herausragt. Bewegt man die Maus, so wird die Bewegung der Kugel auf zwei Rädchen übertragen, welche optisch abgetastet werden und durch ein spezielles Programm (den so genannten „Maustreiber“) in die Bewegung des „Mauszeigers“ (meist Pfeil) am Bildschirm umgewandelt. (Unter DOS haben Maustreiber Dateinamen wie **MOUSE.SYS**, **GMOUSE.COM** oder so ähnlich.). Nachteil dieser Konstruktionsweise: Die

Rollen, welche die Kugelbewegungen übernehmen, verschmutzen mit der Zeit und müssen gereinigt werden. Verschiedene Hersteller arbeiten deshalb an „kugellosen“ Mäusen“, die über eine optische Sensorik die Mausbewegungen in elektrische Signale umwandeln.

Zusätzlich befinden sich an der Oberseite der Maus 2 – 3 Tasten, durch die spezielle Steuerungsbefehle aufgerufen werden können. Welchen Effekt der Tastendruck aber hat, hängt allein vom verwendeten Programm ab.

Heute sind Mäuse mit drei Anschlussarten erhältlich:

- serielle Schnittstelle
- PS/2-Schnittstelle (runder



„IntelliMouse“ (Foto: Microsoft)

Stecker)

- USB-Schnittstelle
- Handelsübliche Maus:

9.3 Musersatz bei Notebooks

Bei Notebooks ist die Verwendung einer Maus unüblich, ist aber zu den folgenden beschriebenen Mitteln eine Zusatzmöglichkeit, die gerne genutzt wird.

- *Trackball*: „verkehrte Maus“, wobei man die Kugel an der Oberfläche mit der Hand bewegt.



(Foto: VOBIS)

- *Touchpad*: Berührungsempfindliche Fläche, die Bewegung der Fingerkuppen wird vom Mauscursor übernommen.
- *Trackpoint*: ("Stummel") zwischen zwei Tasten der Tastatur, der in vier Richtungen bewegt werden kann.

Trackpoint und *Touchpad* haben sich gegenüber dem *Trackball* durchgesetzt, wohl nicht zuletzt wegen des geringeren Raumbedarfs.

9.4 Digitizer

(Digitalisierer = „Grafiktablett“): Es besteht aus einem Tablett („elektronisches Zeichenblatt“) und einem speziellen Stift (*Stylus*) oder einer so genannten „Fadenkreuzlupe“. Die Abmessungen dieser Platten reichen von 30 cm x 30 cm bis 60 cm x 60 cm.

Man unterscheidet zwei Bereiche: Auf dem „Zeichenbereich“ wird die Bewegung des Stifts am Brett direkt am Bild-

schirm umgesetzt; die Tablettfläche entspricht dabei der Arbeitsfläche am Bildschirm. Dadurch ist es möglich, ganze Pläne in den Computer einzuspeichern.



Digitizer mit Lupe und Stift (Stylus)

Die Systemsteuerung kann dabei durch vordefinierte Randbereiche, die durch Klebefolien gekennzeichnet werden (auf diesen sind die Menüelemente feldartig aufgedruckt), erfolgen. Die Felder entsprechen etwa den üblichen Funktionstasten. Um einen Befehl auszuführen, sucht man auf dem Tablett nach der entsprechenden Beschriftung und tippt bzw. klickt sie einfach an.

Wesentliche Bedeutung hat hier die verwendete Software, da sie die tatsächlichen Möglichkeiten des Grafiktablets bestimmt. Meist schließt man die Digitizer an die serielle Schnittstelle (Normanschluss RS 232 C) an.

9.5 Funktionstastatur

Hier werden häufig benötigte Operationen verschiedenen Tasten zugeordnet und können durch Tastendruck sofort abgerufen werden außerdem können noch frei definierbare Tasten vorhanden sein, die mit den gewünschten Operationen bzw. Operationskombinationen belegt werden können. Anwendungsbeispiele: Telefon, Telefax.

9.6 Belegleser

Diese Geräte sind in der Lage, spezielle Formulare auszuwerten. Man unterscheidet:

Markierungskartenleser: In speziell abgegrenzte Felder von Formularen sind Strich- oder Kreuzmarkierungen einzusetzen. Anwendung: zum Beispiel Eingabe von Schulnoten.

Klarschriftbelege: Hier werden genormte Schriften verwendet; man spricht von der OCR-Schrift (OCR = *optical character recognition*, deutsch „optische Zeichenerkennung“). In Österreich sind zwei Schriftsätze genormt: OCR-A und OCR-B. Der OCR-A-Zeichensatz wird in Österreich nicht mehr verwendet; man findet ihn noch in der BRD auf Schecks und Zahlscheinen. Auf österreichischen Schecks und Zahlscheinen wird die OCR-B-Schrift eingesetzt.

Strich- oder Balkencode

Fast alle Waren tragen heute einen Strichcode, der die 13-stellige Europäische Artikel-Nummer (EAN) enthält. Die EAN verschlüsselt das Herstellungsland, den Herstellungsbetrieb und die Artikelnummer eines jeden Produkts.



Barcode-Lesegerät



Von links nach rechts gelesen bedeuten:

- 2 Stellen das **Länderkennzeichen** (90, 91 = Österreich)
- 5 Stellen die bundeseinheitliche **Betriebsnummer**
- 5 Stellen die **Artikelnummer** des Herstellers
- 1 Stelle die **Prüfziffer**

Durch ein Glasfenster oder einen Leuchtstift wird der Balkencode elektronisch mittels Laserstrahl gelesen und der entsprechende Preis sowie die Warenbezeichnung gleich auf den Kassenzettel gedruckt.

9.7 Scanner

Scanner digitalisieren Vorlagen aller Art; eine beliebige Vorlage wird in einzelne Punkte zerlegt, die nach Farbe und/oder Helligkeit digitalisiert werden. Die meisten Scanner sind nur so gut wie die Software, die sie unterstützt.

Gütekriterien

- **Auflösung:** Angegeben so wie bei Druckern in Punkten pro Zoll (dpi = dots per inch). Mit 300 dpi lassen sich bei Graustufenbildern schon akzeptable Ergebnisse erzielen.
- **Anzahl der Farben bzw. Anzahl der Graustufen:** wird meist als Farbtiefe in Bit angegeben. Mit einer Farbtiefe von 24 Bit – also jeweils 8 Bit für die drei Grundfarben Rot, Grün und Blau – lassen sich $2^8 \cdot 2^8 \cdot 2^8 = 16,7$ Millionen Farben darstellen. Moderne Scanner haben oft 30 oder 36 Bit Farbtiefe.

Die heute üblichen Scanner gibt es in zwei Bauarten:

- **Handscanner:** können etwa 10 cm breite Streifen einlesen. Heute praktisch nicht mehr erhältlich.
- **Flachbettscanner:** Format A4 oder A3 kann eingescannt werden



LogiTech ScanMan Color (Foto: LogiTech)

Scanner bestehen im Wesentlichen aus vier Baugruppen: Lichtquelle, Optik (mit



(Foto: VOBIS)

gentransport.

Lichtquellen: Momentan stehen drei Arten von Lichtquellen zur Verfügung:

- **Fluoreszenzlampe mit geheizter Kathode:** kurze Lebenszeit (1000 Stunden), für Scanner geeignet, die die Lichtquelle nur während des Scannens einschalten. Gut geeignet für fotografische Vorlagen.
- **Fluoreszenzlampe mit kalter Kathode:** lange Lebensdauer (10000 Stunden), aber lange Startzeit – daher nur in Scannern verwendbar, die die Lichtquelle dauernd eingeschaltet lassen.
- **Xenon-Gasentladungslampen:** neuester Typ, schnelle Startzeit, aber wenig ideales Lichtspektrum.

Optik: Die Optik hat die Aufgabe, das abgetastete Pixel (*picture element*, Bildelement) so zu verkleinern, dass es vom Fotodetektor (CCD-Zeile, siehe nächster Absatz) aufgenommen werden kann. Bevor allerdings das Lichtsignal auf den Detektor auftrifft, muss es in die Grundfarben Rot, Grün und Blau zerteilt werden. Dies erfolgt durch den Farbseparator.

Fotodetektor: Das wichtigste Element eines Scanners ist die lichtempfindliche CCD-Zeile (*Charge Coupled Device*, deutsch „ladungsbabhängiges Signal“). Sie besteht aus einigen tausend lichtempfindlichen Halbleitern. Je nach Scanner-Auflösung passen zum Beispiel 300 oder 600 CCDs auf einen Zoll. Im Scanner beleuchtet eine Lichtquelle das eingelegte Bild. Das von der Vorlage reflektierte Licht wird über eine Optik auf die CCD-Zeile gelenkt, die das Licht in elektrische Spannung umsetzt. Ein Analog-Digital-Wandler wandelt diese Spannungssignale in Bits um, die dann gespeichert und mit Bildbearbeitungsprogrammen nachbearbeitet werden können.

TWAIN-Treiber (TWAIN = „*Tool without an important name*“): Auch Scanner müssen mit Treiberprogrammen angesteuert werden. Ein Schnittstellen-Standard ist die TWAIN-Softwareschnittstelle, über die alle modernen Scanner verfügen. Auch viele Softwarepakete zur Grafikbearbeitung verfügen über diesen Treiber, sodass der Scanner direkt vom Programm aus angesprochen werden kann.

Bestimmte Programme bieten die Möglichkeit, Bitmuster eingescannter Texte in ASCII-Zeichen umzuwandeln. Solche Programme nennt man OCR-Programme (OCR = *optical character recognition*, zu Deutsch optische Zeichenerkennung). Diese Programme lesen das vom Scanner erstellte Bitmuster ein und vergleichen es mit Schablonen, in denen die bekanntesten Zeichensätze (z. B. 12 Punkt-Courier) enthalten sind.

Typische OCR-Fehler sind Ausgaben wie „clort 5ie@t man“ statt „dort sieht man“. 5 und s sind einander sehr ähnlich, genauso wie cl und d. Kann ein OCR-Programm überhaupt keine Zuordnung treffen, dann setzt es an diese Stelle einfach ein @- oder #-Symbol. Es gibt auch „lernende“ OCR-Programme, die die Qualität der Schrifterkennung laufend verbessern, vor allem, wenn immer mit derselben Schriftart gearbeitet wird.

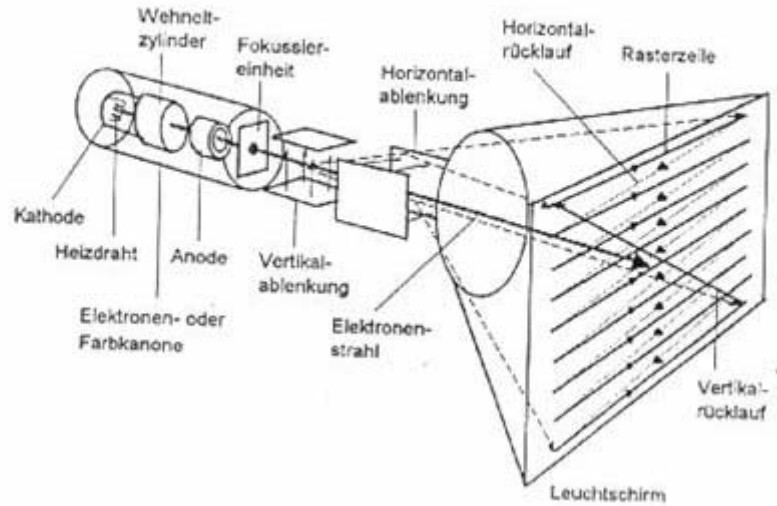
Das Ergebnis ist eine ASCII-Textdatei, die in alle gängigen Textverarbeitungen übernommen werden kann. Einige OCR-Programme erkennen auch die Formatierung von Texten (also Fettschrift, verschiedene Schriftarten); das Ergebnis ist dann direkt in einer Textverarbeitung verwendbar, die Zeichenformatierung und das Layout stimmen mit der Vorlage überein.

Beispiel für OCR-Programme

- OmniPage (Caere)

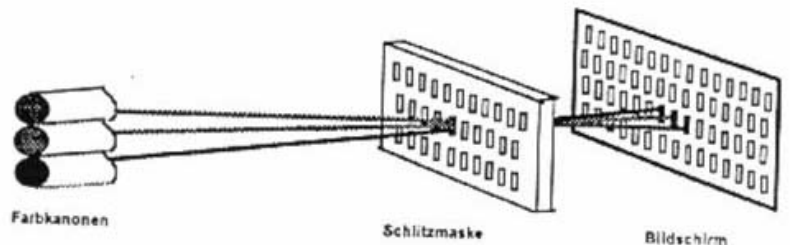
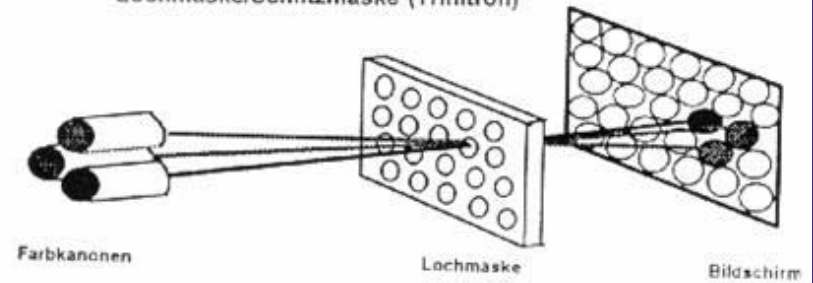
Monochrom-Monitor:

nur eine Farbe (grün, bernsteinfarben, gelb, weiß auf schwarzem Grund)



Farbmonitore:

Additive Farbmischung (rot, grün, blau)
3 Elektronenstrahlen
Lochmaske/Schlitzmaske (Trinitron)



10 Bildschirm

Bildschirmtypen

- Elektronenstrahlröhre
- Liquid Crystal Display (LCD)
- Plasmabildschirme

10.1 Elektronenstrahlröhre

engl. CRT = *cathode ray tube*

Die Elektronenröhren sind nach wie vor die bei weitem am häufigsten verwendeten Bildschirme.

Funktionsprinzip: Ein in einer Kathodenstrahlröhre abgelenkter Elektronenstrahl trifft durch eine Lochmaske (oder Schlitzmaske, wie sie bei den Sony-Trinitron-Röhren verwendet wird) auf die beschichtete Innenseite des Bildschirms, die dadurch zum Leuchten angeregt wird.

Bei Farbbildschirmen verwendet man drei Elektronenkanonen, die auf 3 verschiedene Beschichtungen treffen, welche bei Bestrahlung in den Farben rot, grün und blau zu leuchten beginnen. Ordnet man je 3 Farbpunkte in einem Dreieck an, so sind durch die additive Farbmischung alle Farben darstellbar.

Gütekriterien für solche Bildschirme

- monochrom/color
- **Bildschirmformat** (heute meist 15“ – 24“-Bildschirme, in der Diagonale gemessen): Je nach Auflösung sollte man vom ergonomischen Standpunkt her gewisse Mindestmaße einhalten:
- **Auflösung**
empfohlenes Mindestmaß
640 x 480 14“
1024 x 768 15“
1280 x 1024 17“
- Die **Bildwiederholfrequenz** (in Hertz) gibt an, wie oft pro Sekunde der Elektronenstrahl das Bild neu aufbaut. Eine hohe Bildwiederholfrequenz garantiert daher ein flimmerfreies Bild. Für eine hohe Bildwiederholfrequenz muss auch die Graphikkarte entsprechende Leistungswerte haben.
- **Bildaufbau** *interlaced*/*non-interlaced*: „*Interlaced*“ bedeutet, dass der Elektronenstrahl nur jede zweite Zeile abtastet, also ein so genanntes „Halbbild“ aufbaut und

erst beim 2. Durchlauf die anderen Zeilen beleuchtet. Das ergibt praktisch eine Halbierung der Bildwiederholfrequenz.

- Für ein ermüdungsfreies Arbeiten ist mindestens eine Frequenz von 70 Hz *non-interlaced* erforderlich.
- **Horizontalfrequenz** (Scan-, Zeilenfrequenz): Da der Bildschirm die Bilder zeilenweise aufbaut, gibt man oft die Anzahl der Zeilen an, die in einer Sekunde abgetastet werden. Dies bezeichnet man als **Scan-Frequenz** (Horizontalfrequenz) des Monitors. Sie gehört zu den wichtigsten technischen Daten eines Monitors, da die erreichbare Bildwiederholfrequenz nur von der Auflösung und der Scan-Frequenz abhängt. Spitzenmonitore für Auflösungen von 1024 x 768 Pixel sollten Scanfrequenzen von mindestens 82 kHz aufweisen (ergibt eine Bildwiederholfrequenz von 72 Hz).
- Die Tabelle gibt Beispiele an:
- So genannte **Multi-Sync-Monitore** können die Horizontalfrequenz selbständig auf die jeweilige Graphikkarte einstellen (man findet Angaben wie "von 38,5 bis 64

kHz" in der technischen Beschreibung des Bildschirms). Praktisch jeder neue Monitor ist ein Multi-Sync-Monitor.

- Der einzige Grund, warum auch Fernsehbilder als einigermaßen flimmerfrei empfunden werden, ist der große Abstand zum Gerät.
- **Auflösung** (wird in „Bildpunkten“, engl. **pixel** = „picture elements“, angegeben): Die maximal mögliche Auflösung am Bildschirm wird durch die physikalischen Gegebenheiten (Fokussierung des Elektronenstrahls, Präzision der Bildschirmmaske) bestimmt. Die Präzision der Bildschirmmaske wird durch den Lochabstand (z. B. 0,28 mm) angegeben. Diese Größe gibt an, alle wie viel Millimeter ein Bildpunkt dargestellt werden kann. Je kleiner diese Angabe ist, desto schärfer ist die Bildwiedergabe.
- **Bildschirmstrahlung:** Alle Röhren produzieren elektromagnetische Felder, die aber von sehr geringer Stärke sind. Der Hauptteil der Strahlung wird an den beiden Seiten produziert. Die heute erhältlichen Geräte sind meist schon seitlich abgeschirmt und werden als „strahlungsarm“ bezeichnet.

Als Normvorschlag gibt es Empfehlungen des schwedischen Mess- und Prüfrates MPR. Die MPR II-Norm erschien 1990. Noch strenger sind die TCO-Normen von 1991 und 1992, die zusätzlich eine Stromspareinrichtung verlangen (Advanced Power Management). Im Standby-Modus dürfen maximal 8 Watt verbraucht werden. Die Richtlinie TCO-95 schreibt auch vor, welche Materialien für den Bau des Bildschirmgehäuses verwendet werden dürfen, um als „umweltfreundlich“ zu gelten.

	MPR II 1990	TCO 1991/92
Elektrostatisches Potential	< +500 V	< +500 V
Elektrisches Wechselfeld	25 V/m für Band I, 2,5 V/m für Band II	10 V/m für Band I, 1 V/m für Band II
Magnetisches Wechselfeld	250 nT für Band I, 25 nT für Band II	200 nT für Band I, 25 nT für Band II

Band I: 5 Hz – 2 kHz
 Band II: 2 kHz – 400 kHz

Seit März 1995 gibt es das TCO-95-Zertifikat. Es gilt für Monitore und Tastaturen und befasst sich mit Ergonomie, Emissionen, Energiebedarf und Ökologie. Die neueste Richtlinie ist TCO-99.

10.2 LCDs

LCD = Liquid Crystal Display

LC-Bildschirme werden vor allem bei Portables, Laptops und Notebooks verwendet, da sie den Vorteil eines geringen Raumbedarfs haben. Die Anzeige erfolgt durch Flüssigkristalle, das sind glasähnliche Verbindungen, die bei angelegter Spannung Licht „polarisieren“, das

Auflösung	Bildschirmdiagonale in Zoll	Bildwiederhol- frequenz in Hz	Scan-Frequenz interlaced (kHz)	Scan-Frequenz non-interlaced (kHz)
640 x 480	14	70	16,80	33,60
800 x 600	15	70	21	42
1024 x 768	17	70	26,88	53,76
1280 x 1024	20	70	35,84	71,68
833 x 625	Fernseher	50	15,625	—

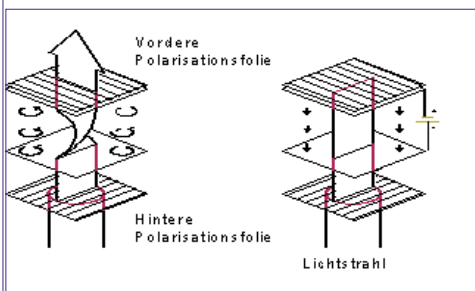


Samsung SyncMaster 700pT (Foto: Samsung)

heißt, nur Licht mit einer bestimmten Schwingungsrichtung passieren lassen. Im spannungslosen Zustand wirken Flüssigkristalle nicht als Polarisationsfilter.

Der Name „Flüssigkristalle“ stammt daher, dass diese Moleküle die Eigenschaft haben, sich wie in einer Flüssigkeit gegeneinander verschieben zu können, trotzdem aber in bestimmten Bereichen kristallähnliche Ordnungsstrukturen zu bilden.

Man unterscheidet Monochrom- und Farb-LCDs. Das zugrundeliegende physikalische Prinzip ist dasselbe: Zwischen zwei gekreuzten Polarisationsfiltern befindet sich eine Schicht aus Flüssigkristall-Segmenten. Im Normalfall kommt das Licht nicht durch zwei gekreuzte Polfilter durch. Legt man aber Spannung an die Flüssigkristalle an, so richten sich die Kristalle so aus, dass die Polarisationsrichtung des einfallenden Lichtes geändert wird. Damit ist die Schwingungsrichtung des Lichts, das auf den zweiten Filter auftrifft, nicht mehr normal zur Filter-Durchlassrichtung – ein Teil des Lichts kann passieren: es entsteht ein heller Punkt.



Das Licht kommt bei Notebooks aus einer fluoreszierenden Schicht; pro Zelle

werden drei Lichtstrahlen ausgesandt, die ein rotes, ein grünes und ein blaues Filter passieren, um die drei Grundfarben zu erhalten, durch deren Mischung ein Farbpunkt (Pixel) entsteht. Bei Monochrom-LCDs ist pro Pixel nur ein Lichtstrahl erforderlich.

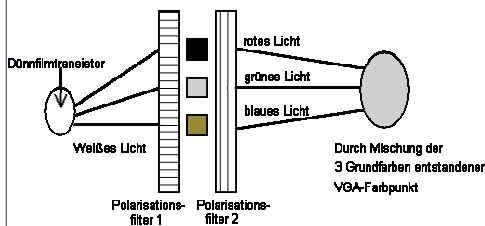
- **Passiv-Matrix-Bildschirm:** Transistoren steuern jeweils ganze Bildschirmzeilen bzw. Spalten von einer Schaltungseinheit, die sich außerhalb des eigentlichen Bildschirms befindet. Das hat zu Folge, dass die einzelnen Flüssigkristallzellen nicht ständig mit Spannung versorgt werden – eine derartige Anzeige ist "langsam", sie reagiert verzögert auf Änderungen im Bildschirm (etwa Mauszeigerbewegungen). Außerdem erscheinen solche Bildschirme blass; schaut man den Bildschirm leicht schräg an, erkennt man das Bild kaum mehr.

- Beim Passiv-Matrix-Schirm unterscheidet man mehrere Qualitätsstufen. Beim "Drehen" der Flüssigkristalle sind verschiedene Winkel möglich. Beim TN-Display ("Twisted Nematic", "Drehzelle") verwendet man schraubenförmig strukturierte Flüssigkristalle. Passend polarisiertes Licht kann diese Anordnung durchdringen; man erhält ein sehr kontrastarmes Bild. Eine Weiterentwicklung dieses Verfahrens sind STN (Super Twisted Nematic)-Zellen mit einem besseren Kontrast. Allerdings können hier Farbfehler auftreten, die mit einer DSTN-Zelle (Double Super Twisted Nematic) unterdrückt werden können. Das TSTN-Display (Triple Super Twisted Nematic) schließlich ist mit drei Korrekturfolien ausgestattet und garantiert eine noch bessere Darstellung.

- Der **Dual-Scan-Bildschirm** ist ein Passiv-Matrix-Schirm, bei dem die Steuerung für die obere und untere Bildschirmhälfte getrennt erfolgt, was einen etwas schnelleren Bildaufbau zur Folge hat. Das Bild ist aber genauso stumpf und blass wie beim "normalen" Passiv-Matrix-Bildschirm.

- **Aktiv-Matrix-Bildschirm:** Hier ist auf das erste Filter eine Schicht aus Transistoren aufgebracht (TFT = „Thin Film Transistor“), wobei jeder Transistor nur für einen Bildpunkt zuständig ist! (Für einen SVGA-Schirm mit 800 x 600 Pixel Auflösung benötigt man 3 x 480.000 = 1,44 Millionen Transistoren!) Ein lichtstarkes Bild, welches auch schräg betrachtet werden kann, ist kennzeichnend für dieses System. Aktiv-Matrix-Bildschirme sind teuer, seit 1997 sind auch 15"-Desktop-Varianten erhältlich. In vereinzelt

Bereichen werden sie aber bereits verstärkt eingesetzt (z.B. an Rezeptionen)



10.3 Plasmabildschirme

Früher wurden solche Bildschirme bei Portables eingesetzt; sie werden aber heute größtenteils durch LCD-Bildschirme ersetzt. Man erkennt sie an der orangefarbenen Farbe. Sie eignen sich daher nur für monochrome Ausgaben. Der Schirm besteht aus drei Glasschichten. Die beiden äußeren Scheiben enthalten orthogonal zueinander verlaufende, transparente Elektroden, die mittlere Scheibe besitzt Zellen, die mit Plasma gefüllt sind. Durch

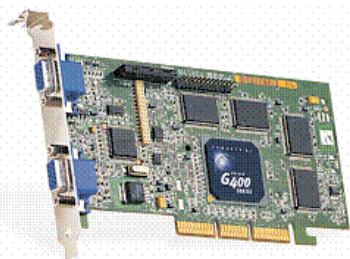


15"-Flüssigkristallbildschirm für Desktop-PCs SM 400TFT (Foto: Samsung)

das Anlegen einer Spannung an zwei Elektroden wird das Gas gezündet. Das Bild weist einen hohen Kontrast auf und ist flackerfrei. Ein Nachteil ist die beschränkte Auflösung und der hohe Energieverbrauch.

10.4 Bildschirmkarten

Ein Monitor kann nur dann adäquat benutzt werden, wenn im Computer eine Steuerungseinheit („Bildschirmkarte“) vorhanden ist, die die physikalischen Eigenschaften des Geräts unterstützt. Die heute meist üblichen Kartenstandards sind in der Tabelle auf Seite 86 zusammengestellt.



Grafikkarte MGA Matrox Millennium G400 Dual mit 32 MB VRAM (Foto: Matrox)

Alle modernen Bildschirmkarten (SVGA) verwenden eigene auf den Karten installierte RAM-Speichermodule (auch als VRAM = Video-RAM bezeichnet). Die Größe dieses Speichers begrenzt die Auflösung und die Anzahl der gleichzeitig

darstellbaren Farben. Standardmäßig finden sich etwa (8 ... 64) MB. Die meisten neuen Graphikkarten haben eine AGP-Schnittstelle (Details dazu in Kapitel 7.7), wodurch eine Speichererweiterung durch entsprechende Einstellungen im BIOS und bei den Softwaretreibern möglich ist (Man verliert jedoch einen Teil des RAM).

Aus der Größe des VRAM-Speichers ergeben sich die maximal mögliche Farbtiefe und Auflösung:

Speicherbedarf = Auflösung horizontal x Auflösung vertikal x Farbtiefe

Beispiel: Auflösung 800 x 600, 65 536 Farben (das heißt, 2 Byte pro Bildpunkt):

Speicherbedarf = 800 x 600 x 2 = 960 000 Byte ? 1 MB

Ein eigener Grafikprozessor entlastet die CPU von rechenintensiven Arbeiten (etwa Linienzeichnen) und garantiert eine raschere Grafikdarstellung, was unter Windows oder bei CAD-Programmen wesentlich ist. Moderne Graphikprozessoren sind bereits so hoch belastet bzw. getaktet, dass sie einen eigenen Kühler benötigen.

Erklärungen

RGB = Rot-Grün-Blau (Bild setzt sich aus Rot-Grün-Blau-Farbpunkten zusammen – Farbfernseher arbeiten nach diesem Prinzip)

TTL = Transistor-Transistor-Logik (digitale Signale von 5 Volt, die aus Rechteckschwingungen unterschiedlicher Impulsbreite bestehen)

TIGA-Karten funktionieren nur mit so genannten „intelligenten“ Grafikkarten mit speziellen Prozessoren.

10.5 DVI (Digital Visual Interface)

Die DVI-Spezifikation wurde durch die Digital Display Working Group entwickelt, um die Adaption eines Digital-Displays für High-Performance Desktops und Notebooks voranzutreiben.

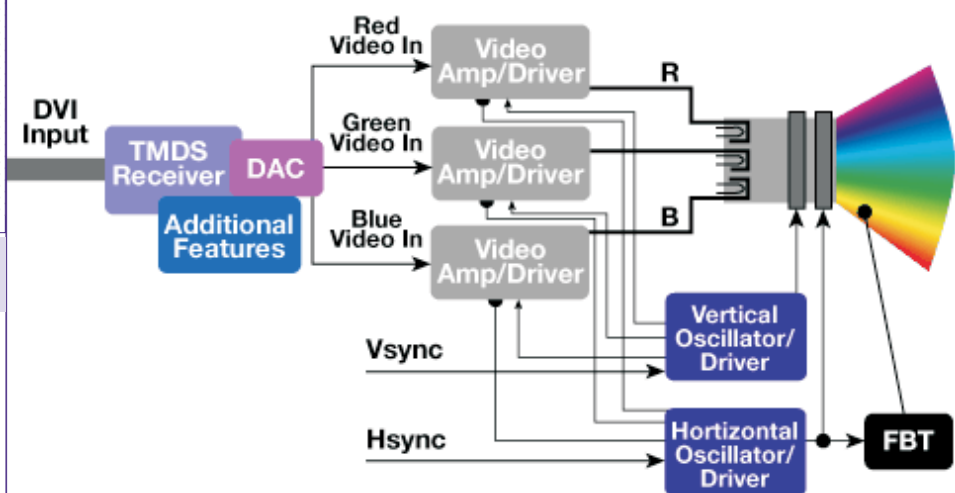
DVI benutzt eine Schnittstelle, die als Transition Minimized Differential Signaling (TMDS) bezeichnet wird. Es bietet eine Abwärtskompatibilität mit existierenden

Grafikstandard	Auflösung	Farben	Monitor-typ
MDA (Monochrome Display Adapter)	720 x 350	monochrom	TTL-Monitor
HGC (Hercules Graphics Card)	720 x 348	monochrom	TTL-Monitor
CGA (Color Graphics Adapter)	320 x 200	4 aus 14	RGB-TTL-Monitor
EGA (Enhanced Graphics Adapter)	640 x 350	16 aus 64	RGB-TTL-Monitor
VGA (Video Graphics Array)	640 x 480	16 aus 262 144	RGB-Analog-Monitor
XGA (Extended Graphics Array)	1024 x 768	256 (8 bit)	RGB-Analog-Monitor
SVGA (Super-VGA)	1024 x 768	256 (8 bit)	RGB-Analog-Monitor
High Color	800 x 600	65 536 (16 bit)	RGB-Analog-Monitor
True Color	800 x 600	16 777 216 (24 bit)	RGB-Analog-Monitor
TIGA (Texas Instr. Graphics Architecture)	1280 x 1024	ca. 64 000 000	RGB-Analog-Monitor

Standards und gleichzeitig um verschiedene Funktionalitäten erweiterbar. DVI unterstützt 2 TMDS-Anschlüsse, beide mit einer Übertragungsrate von 1,6 GB/sec.

Es wird versucht, das DVI-Interface zum zukünftigen Standard zu erheben, weiters die Analogeingänge für Röhrenmonitore durch Digitaleingänge zu ersetzen (d.h. in herkömmlichen Röhrenmonitoren wird

Bild: Schematische Darstellung des DVI; der DAC (Digital-Analog-Converter), welcher jetzt noch auf den Graphikkarten sitzt und die Daten analog an den Monitor liefert, wird in den Monitor verlagert. (Quelle: Intel-Homepage)



dann die notwendige Digital-Analog-Umwandlung durchgeführt).

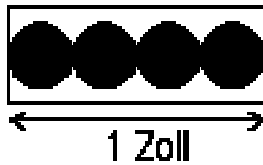
Es wird dann zukünftig kein ständiger Signalfluss zwischen Graphikkarte und Monitor notwendig sein, da der Monitor selbst einen Graphikspeicher besitzen muß; es werden nur mehr Bildänderungen übertragen. Damit ergibt sich eine wesentliche höhere Qualität in der Darstellung am Monitor.

11 Drucker

Gütekriterien

- **Bauweise und Druckprinzip:** Nadel-drucker, Tintenstrahl-drucker, Laser-drucker
- **Grafikfähigkeit**
- **Papiereinzug:** Einzelblatt oder Endlos-papier („Traktor“)
- **Geschwindigkeit:** wird bei Nadel-druckern in Zeichen pro Sekunde (engl. *characters per second*, cps) angegeben, bei Laserdruckern in Seiten pro Minute, ebenso bei Tintenstrahl-druckern, hier jedoch mit der Unterscheidung monochrom oder Farbe.
- **Auflösung:** Unter der Auflösung versteht man, aus wie vielen Punkten pro Maßeinheit ein Bild aufgebaut ist. Meist verwendet man die Anzahl der (nicht überlap-penden) Punkte pro Zoll (englisch *dots per inch*, dpi).

Beispiel



In diesem Beispiel können 4 nicht über-lappende Rasterpunkte pro Zoll darge-stellt werden, die Auflösung beträgt also 4 dpi. Diese Auflösung ist als sehr grob zu bezeichnen. Typische Werte für Drucker bewegen sich in der Größenordnung von 600 dpi, d.h. es können 600 nicht über-lappende Punkte pro Zoll dargestellt wer-den.

Schließlich ist auch die Marke ein Kriterium. Heute hat sich die Firma HEWLETT PACKARD zum Marktführer im Drucker-bereich entwickelt, ebenso nimmt EPSON einen wesentlichen Marktanteil für sich in Anspruch, weitere Druckerher-steller sind CANON, LEXMARK und OKI. HP-Kompatibilität gilt heute im Druckerbereich genauso als Standard wie IBM-Kompatibilität im Prozessorbereich.

Arten der Drucker

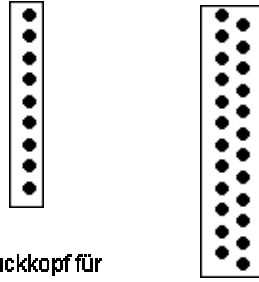
Prinzipiell unterscheidet man zwischen „Anschlag-Druckern“ (Impact-Drucker) und solchen ohne Anschlag (Non-Im-pact-Drucker).

11.1 Impact-Drucker

11.2 Nadeldrucker

Nadeldrucker gehören zur Familie der Matrixdrucker. Alle Matrixdrucker setzen die gedruckten Zeichen aus einzelnen Punkten zusammen.

Bauweisen



Druckkopf für 9-Nadel-Drucker

Druckkopf für 24-Nadel-Drucker

So setzen sich die Zeichen bei einem 9-Nadel-Drucker im Allgemeinen aus einer 7 x 9-Matrix zusammen:



Bei 24-Nadel-Druckern setzen sich die Zeichen meist aus einer 24 x 24-Matrix zusammen. Bei Schönschriftqualität (NLQ = *near letter quality* oder LQ = *letter quality*) werden auch Punkte zwischen die Matrixfelder gesetzt.

Es gab zwar auch 48-Nadel-Drucker, diese lagen aber im Preisbereich eines Laser-druckers, ohne dessen Druckqualität auch nur annähernd zu erreichen.

Auflösung: bis 360 dpi (= dots per inch, Punkte pro Zoll)

Geschwindigkeit: bis 900 Zeichen/s.

Matrixdrucker sind im EDV-Handel prak-tisch nicht mehr erhältlich.

11.3 Typenraddrucker

Engl. „*daisy wheel printer*“. Funktioniert wie eine Typenrad-schreibmaschine: Jedes Zeichen ist spiegelverkehrt als (Plas-tik-)Type ausgeformt, bei Anschlag dieser Type auf das Farbband wird der Buchsta-be aufs Papier gebracht. Geschwindig-keit: 40 Zeichen/s.

11.4 Zeilendrucker

Für Großanlagen verwendet man häufig Zeilendrucker, die es als Ketten-, Walzen-, Band- und Stabdruker gibt. Allen diesen ist gemeinsam, dass die Typen sich am Papier vorbei bewegen; kommt die rich-tige Type vorbei, so wird diese mit einem Hammer angeschlagen. Druckgeschwin-digkeit: bis 6600 Zeichen/s.

11.5 Non-Impact-Drucker

11.6 Tintenstrahl-drucker

Engl. „*Inkjet*“. Tintenstrahl-drucker gehö-ren ebenfalls zu den Matrixdruckern; statt der Nadeln haben sie eine Anordnung feinsten Düsen, durch die Tintentröpf-chen auf das Papier gespritzt werden. Die Farbtröpfchen können dabei mit 700 km/h unterwegs sein; in einer Sekunde können bis zu 2500 Tröpfchen „ausge-spritzt“ werden. Ein Punkt hat einen Durchmesser von ca. 0,16 mm. Der erste InkJet wurde 1984 entwickelt.

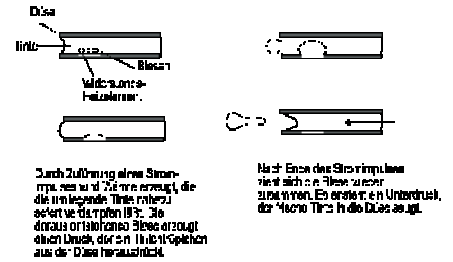
Man unterscheidet zwei Funktionsverfah-ren:

- **Bubble-Jet-Verfahren:** Hier befindet sich an der Spitze einer jeden Düse ein

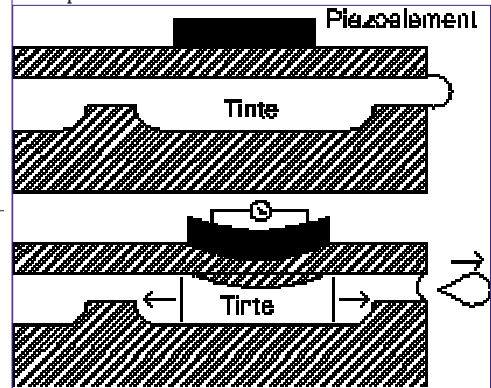


Tintenstrahl-drucker (Epson Stylus 820; Foto: Epson)

winziges Heizelement, das einen Teil der in der Düse befindlichen Tinte verdampft. Durch die Ausdehnung wird die restliche Tinte aufs Papier gespritzt.



- **Piezokeramik-Verfahren:** Diese Technik macht sich den piezoelektrischen Ef-fekt zunutze, der bewirkt, dass sich be-stimmte Kristalle beim Anlegen einer elek-trischen Spannung zusammenziehen. Hier löst ein Spannungsimpuls eine Ver-formung eines winzigen Tintenbehälters aus Hartkeramik aus, dadurch wird des-sen Inhalt als Tröpfchen auf das Papier ge-spritzt.



Geschwindigkeit: bis 300 Zeichen/s

Auflösung: 300 – 720 dpi.

Tintenstrahl-drucker sind heute auch als Farbdrucker erhältlich.

Vorteile

- Farbdruck sehr einfach
- grafikfähig
- kaum Geräuschentwicklung
- sehr gute Auflösung
- hohe Druckgeschwindigkeit

11.7 Laserdrucker

Eine Trommel mit spezieller Beschich-tung wird mit einem Coronadraht elek-trisch aufgeladen. Durch das Auftreffen eines abgelenkten Laserstrahls werden

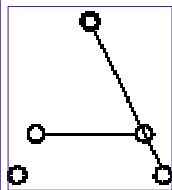
kleine Bereiche auf der Trommel entladen. Durch die Tonerwalze werden kleine Farbpartikel auf die entladenen Stellen aufgetragen. Das Papier wird negativ geladen und zieht damit die Farbpartikel an. Die Farbpartikel werden durch Hitze und Druck fixiert. Die Trommel wird von restlichen Tonerpartikeln gereinigt und entladen, bevor eine neuerlicher Aufladevorgang durch den Coronadraht erfolgt.

Wesentliche Teile eines Laserdruckers (dessen Druckprinzip das eines Kopierers ist) sind die Trommel und der Coronadraht. Die Trommleinheit muss bei vielen Modellen nach einer Zeit ausgetauscht werden. Es ist unbedingt nötig, den Coronadraht sauber zu halten, sonst entstehen Streifen und dunkle Flecken auf dem Ausdruck.

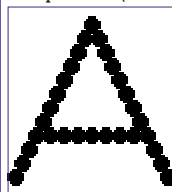


Laserdrucker Lexmark Optra S 1250 (Foto: Lexmark)

Prinzipiell gibt es zwei Arten von Ausgabegeräten:



Vektor-Geräte: setzen das auszugebende Bild (Text, Grafik) aus Linien (Vektoren) zusammen, von denen Anfangs- und Endpunkte sowie die Linienart gespeichert sind. Ein typisches Beispiel sind die im Konstruktionsbereich verwendeten Stiftplotter (siehe später).



Raster-Geräte: setzen das auszugebende Bild (Text, Grafik) aus einzelnen Punkten zusammen. Beispiele sind Monitore und die meisten Drucker, so auch Laserdrucker, die ja – wie bereits beschrieben – ein Bild aus einzelnen Tonerpunkten aufbauen.

Für Laserdrucker müssen also Vektorinformationen auf jeden Fall in Rasterinformationen umgerechnet werden. Dieser Vorgang kann entweder im Computer geschehen – der Drucker erhält dann bereits verwertbare Rasterinformationen. Meist jedoch wird die Umrechnung im Drucker selbst durchgeführt; dies ist mit einem eigenen „Computer im Drucker“ möglich. Im letzteren Fall müssen Computer und Drucker dieselbe Bildbeschreibungssprache verstehen. Für diese Sprachen wurden daher Standards entwickelt.

Beispiele
EPS = *Encapsulated PostScript*: von Adobe entwickelt. Im Gegensatz zur rasterorientierten PCL-Sprache arbeitet PostScript mit Vektoren. Beispielsweise wer-

den bei einem Quadrat nur die Eckpunkte und die Art der Füllung übermittelt, statt jeden einzelnen Punkt zum Drucker zu schicken. Vorteil: PostScript-Drucker können PostScript-Dateien von verschiedenen Computersystemen (also z. B. Apple und IBM-Kompatible) drucken. PostScript™ ist eine wortähnliche Beschreibungssprache; so wird etwa eine Linie durch ein Befehlswort wie „LINE“, gefolgt von Koordinatenwerten, bestimmt. Beim PostScript-Druck wird die Umrechnung von Vektor auf Raster vom Drucker vorgenommen.

PCL = *Printer Control Language*: von Hewlett Packard entwickelt. Sie arbeitet nach folgendem Prinzip: Eine Druckseite wird vom Rechner (und nicht wie bei PostScript vom Drucker) auflösungsabhängig in einzelne Druckpunkte umgewandelt und an den Laserdrucker gesendet. PCL verwendet keine Klartext-Befehle, stattdessen werden Codes verwendet.

HPGL: *Hewlett Packard Graphics Language*; vektororientierte Sprache, oft für Ansteuerung von Plottern verwendet.

Hier gibt es ein Problem: Die verschiedenen Sprachen sind nicht kompatibel zueinander. Das heißt, der verwendete Drucker und die verwendete Aufzeichnungsart sind mit einer Datei fix verbunden. Die Übertragung war bisher nur mit ASCII-Dateien möglich – hier wurden aber alle Gestaltungsmerkmale des Dokuments (Fettdruck, Blocksatz, Grafiken etc.) einfach ignoriert. Als Lösungsvorschlag erarbeiten einige Firmen ein „gemeinsames Format“, welches die Übertragung von Texten, Grafiken und Bildern auf verschiedene Systeme ermöglichen soll. So hat die Firma Adobe das **PDF-Format** (*Portable Document Format*) entwickelt, welches auf PostScript beruht. PDF-Dateien erscheinen auf dem Bildschirm in höchstmöglicher Auflösung, die der Monitor bietet, egal, mit welcher Hardware und Software sie erstellt wurden.

Es gibt auch bereits Farblaserdrucker zu erschwinglichen Preisen.

Geschwindigkeit: 6 – 100 Seiten/min
Auflösung: 300 – 1200 Punkte/Zoll.

11.8 LED-, LCD- und LCS-Drucker

Diese drei Druckertypen unterscheiden sich nur in der Konstruktion der Belichtungseinheit von den Laserdruckern.

Statt des Laserstrahls sitzen beim LED-Drucker (LED = „*light emitting diode*“; Leuchtdiode) Dioden in einer Dichte von 300 – 400 Lämpchen/Zoll auf einer Leiste.

Beim LCS-Drucker (LCS = „*liquid crystal shutter*“) werden statt der Dioden Linsen verwendet, die von einer einzigen Lichtquelle beleuchtet werden. Vor jeder Linse liegt eine Flüssigkristallschicht, die als Verschluss (*shutter*) wirkt und einen Lichtstrahl nur bei Bedarf durchlässt.

Beim LCD-Drucker wird das Licht einer permanent leuchtenden Lichtquelle durch LCD-Einheiten partiell abgeschirmt. Vorteil: weniger Feinmechanik. Nachteil: aufgrund des Platzbedarfs der

LED- bzw. LCD-Einheiten sind keine höheren Auflösungen möglich.

11.9 Thermodrucker

Punktuelle Erwärmungsstellen bewirken eine Schwärzung auf einem Spezialpapier. Nachteile: Thermopapier ist teuer, umweltschädlich, dunkelt mit der Zeit nach. Diese Druckerart findet man fast ausschließlich bei Fax- und Messgeräten; auch dort wird der Einsatz von Tintenstrahltechnologie überlegt.

11.10 Thermotransferdrucker

engl. „*Thermal-Wax-Printer*“: Liefert Druckerequalität im 4-Farb-Druck. Dabei wird das Papier mit Folien in den Farben *yellow* (gelb), *cyan* (türkis), *magenta* (purpurrot) und *black* (schwarz) (YCMB-Verfahren) bedeckt, die Farbe dann aufgeschmolzen. Es gibt auch Verfahren („Thermosublimationsdrucker“), bei denen Wachsteilchen verdampft werden und auf dem Papier wieder erstarren.

Auflösung: bis 600 Punkte/Zoll.

12 Plotter

Darunter versteht man Ausgabegeräte, die speziell für graphische Ausgaben geeignet sind („Zeichengeräte“).

12.1 Stiftplotter

Darunter versteht man Schreib- und Zeichengeräte, die sich der Führung eines Schreibgerätes (Tuschestift, Kugelschreiber, Bleistift, ...) bedienen. Diese Geräte können heute allesamt als **veraltet** betrachtet werden, da sie von **Tintenstrahlplottern** ersetzt worden sind.

Gründe für die rasche Ablösung gibt es viele:

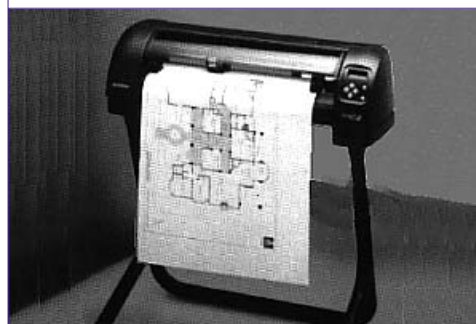
Probleme bei Stiftplottern

- Eintrocknen der Tusche in den Stiften
- Kleckse durch zu dünnflüssige Tusche/Tinte
- Abreißen des Strichs bei zu hoher Geschwindigkeit der Führung
- Treppeneffekt bei diagonalen Linien
- Flächenhafte Darstellungen nur durch Schraffur möglich

Nach derselben Technologie wie Stiftplotter arbeiten **Schneideplotter**, mit denen etwa Lettern für Auslagenbeschriftung oder Kunststoffteile präzise hergestellt werden können.

12.2 Tintenstrahlplotter

Moderne Plotter verwenden eines der bei den Tintenstrahldruckern beschriebenen Druckverfahren.



Sie erreichen Auflösungen von (300 ... 600) dpi und erlauben beliebige Farbkombinationen. Häufig verwendet werden Standgeräte, die Papierformate bis A0 endlos gestatten. Das Papier wird in Form einer Rolle in den Plotter eingelegt und zeilenweise bedruckt.

Der Preis für derartige Geräte richtet sich nach dem maximalen Papierformat, der Farbfähigkeit und der maximal möglichen Auflösung. Qualitätsplotter A0 endlos kosten derzeit zwischen 60.000 und 100.000 ATS (4.400 bis 7.300).

Alle Plotter werden mit einer eigenen „Plottersprache“ angesteuert. Eine der bekanntesten Plottersprachen ist **HPGL** (= *Hewlett Packard Graphics Language*).

12.3 Mikrofilmplotter

Sie werden wegen der Kleinheit der Filme hauptsächlich zum Archivieren verwendet. Prinzip: Ein Elektronenstrahl wird auf eine fotoempfindliche Filmschicht gerichtet. Es werden dabei Aufnahmegeschwindigkeiten bis zu 2 Bildern/s erreicht.

13 Multimedia

Multimedia soll eine Verbindung mehrerer Medien mit dem Computer sein; Sinn von Multimedia soll ein Zusammenschluss von Kreativität und Computer sein. Ein wesentlicher Bereich soll dabei die Unterhaltung sein; nicht nur Spiele zählen dazu, sondern auch die Steuerung elektronischer Musikinstrumente oder die Verarbeitung von Videos und Fotos direkt im Computer. Eine andere Anwendung ist der PR-Bereich; komplizierte Trickfilmsequenzen können entworfen werden. Auch in der Ausbildung kann Multimedia neue Möglichkeiten eröffnen: z. B. kann beim Erlernen einer Fremdsprache ein Satz oder Wort auf dem Monitor gezeigt werden, gleichzeitig gibt eine Stimme die zugehörige Aussprache an.



Multimedia-PC mit Soundkarte, Lautsprecher und CD-ROM-Laufwerk (Foto: Siemens)

Welche Ausstattung braucht nun ein Multimedia-Gerät?

- CD-ROM-Laufwerk
- VGA-Bildschirm
- Soundkarte mit MIDI-Synthesizer (*MIDI = Music Instruments Digital Interface*)
- serielle und parallele Schnittstelle, MIDI-Schnittstelle (zur Ansteuerung externer Musikgeräte)

Wesentlicher Teil ist die Soundkarte, die als Kernstück einen Synthesizer-Chip



Typische PC-Lautsprecher

(meist der Firma YAMAHA) aufweist. An diese Karte kann nun ein Lautsprecher oder auch ein elektronisches Musikinstrument angeschlossen werden. Heute

sind Programme erhältlich, mit denen es möglich ist, ein Musikstück einzuspielen und nachher vom Computer aus zu korrigieren. Solche Programme nennt man **Sequencer**-Programme. Fast alle professionellen Musikgruppen lassen sich bei Live-Auftritten den Background von einem Computer dieser Art einspielen.

Die Software enthält ein „Mischpult“, mit dem die einzelnen Eingänge (CD-Player, Mikrofon, Synthesizer, Stereoanlage) in bestimmter Lautstärke kombiniert und digitalisiert werden. Diesen Vorgang nennt man auch Sampeln. (Der Vorgang ist genau umgekehrt wie bei CD-Playern: Dort werden aus digitalen Signalen hörbare analoge gemacht.) Ergebnis ist eine Datei, die wie üblich abgespeichert werden kann. Diese aufgezeichneten Samples lassen sich jederzeit wieder abspielen und auch in Demos einbauen.

Bekannte Soundkarten sind die SoundBlaster-Serie (Firma Creative Labs) oder Multisound (Turtle Beach).

Genauso wie Soundkarten existieren auch **Videokarten**, die zur Digitalisierung von Bewegtbildern dienen. Die Kosten der Karten sind allerdings noch recht hoch: ATS 10.000 bis 40.000 (720 bis



Digitale Kamera (Sony)

3.000) muss man für ein Videoschnittsystem bezahlen. Ein typisches Beispiel für die Anwendung von Videokarten: Ein Bild soll gedreht werden und gleichzeitig vom Bildschirm verschwinden. In Windows ist es mit so einer Karte möglich, in einem Fenster fernzusehen.

Als notwendige Zusatzgeräte sind hier Videokamera, Videorecorder und Still-Videokamera erforderlich. Im Übrigen benötigt man für digitalisierte Bilder immens viel Platz auf der Festplatte: pro Bild durchschnittlich 0,5 MB! (Also: 1 Minute Film = 60 Sekunden mal 25 Bilder à 0,5 MB = 750 MB !!!)

Durch Datenkompression wird der Speicherbedarf reduziert. Um also zumindest für Computerspiele diese Technik einsetzen zu können, bedient man sich der CD-ROM-Geräte.

Mit den sinkenden Preisen aller Hardwarebestandteile ist diesem Zweig der Computeranwendung sicher eine rosige Zukunft beschieden.

PC-Hardware im Internet

Technik-Links	http://www.ciw.uni-karlsruhe.de/technik/technik1.html
I/O-Grundlagen	http://www.bjoern-koester.de/iogrundlagen/index.html
Geschichte	http://users.pandora.be/romain.wenmaekers/DOC.HTM
BIOS-Kompendium	http://www.bios-info.de/
Alles zum Thema Motherboard	http://www.motherboards.org/
Toms Hardware Guide	http://www.tomshardware.com/
Toms Hardware Guide deutsch	http://www.tomshardware.de/
Computer-Tuning	http://www.sysopt.com/
PC-Mechanic	http://www.pcmec.com/
PC-Disk	http://www.pc-disk.de/pcdisk.htm
PC-Computer-News	http://www.dimensionx.sitehosting.net/
PC-Hardware-Links	http://www.plaza.interport.net/chare/main.htm
Guide to PC-Hardware	http://www.karboguide.com/
All about Hardware	http://www.all-about-pc.de/index.asp
Tweak PC Hardware Guide	http://www.tweakpc.de/
Computer Hardware Links	http://users.erols.com/chare/hardware.htm
PC Hardware Troubleshooting	http://www.everythingcomputers.com/pc_hardware_trouble.htm
PC-Hardware	http://rrznt3.rz.uni-regensburg.de/hardware/default.htm
PC Drivers	http://www.pcdrivers.com/