

Grundlagen der EDV
Teil 1
Rechnerarchitektur
Unternehmensorganisation und DV-Einsatz

Dr. Jörg Weule

Oktober 1995

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	4
1.1	Wettbewerbsvorteile durch EDV-Einsatz	4
1.2	Ziele und Inhalte des Kurses	4
2	Aufbau und Arbeitsweise von DV-Systemen.	5
2.1	Prinzipien der Rechnerarchitektur	5
2.1.1	Das EVA-Prinzip am Beispiel einer Textverarbeitung	5
2.1.2	Die Zentraleinheit	6
2.1.3	Der Hauptspeicher	8
2.1.4	Der Prozessor	9
2.1.5	Die Bedeutung eines Arbeitstaktes in Computersystemen	10
2.1.6	Die Festplatte	11
2.1.7	Dateiverwaltung auf der Festplatte	11
2.1.8	Einschalten eines Rechners – Speichertypen	13
2.1.9	Ausschalten eines Rechners	14
2.1.10	Datensicherung	14
2.1.11	Benutzeroberfläche	15
2.1.12	Offene Fragen	15
2.2	Codierung	16
2.2.1	Buchstaben	16
2.2.2	Dualzahlen	16
2.2.3	Hexadezimaldarstellung	17
2.2.4	BCD-Code	18
2.2.5	BCD-Code mit Vorzeichen, Darstellungen in COBOL	18
2.2.6	Redundante Codierung	19
2.2.7	Kompression	20
2.3	Gerätekunde	21
2.3.1	Eingabegeräte	21
2.3.2	Bildschirme	21
2.3.3	Festplatten	21
2.3.4	Wechselplatten	23
2.3.5	RAID-Systeme	23
2.3.6	Disketten	25
2.3.7	CD	25
2.3.8	Magneto-Optische Platten	26
2.3.9	Bandgeräte	26
2.3.10	Drucker	27
2.4	PC-Karten	29
2.4.1	Die serielle Schnittstelle	30

2.4.2	Die parallele Schnittstelle	31
2.4.3	Die SCSI-Schnittstelle	31
2.4.4	Die IDE-Schnittstelle	33
2.4.5	Die Grafikkarte	33
2.5	Anwenderschnittstelle und Gerätetreiber	34
2.6	Aufgaben moderner Betriebssysteme	35
2.6.1	Multitasking	35
2.6.2	Multiprocessing	35
2.6.3	Mehrbenutzerbetrieb	35
2.6.4	Echtzeit-Betriebssystem	35
2.6.5	Prozeßkommunikation	36
2.6.6	Drucker-Spooler	36
2.6.7	Dateisperren	36
2.7	Konzepte der DV-Organisation und ihre Anwendungsbereiche	38
2.7.1	Großrechner	38
2.7.2	PC-Netzwerk mit Fileserver	39
2.7.3	Datenbanken	39
2.7.4	Client/Server-Computing	41

Abbildungsverzeichnis

1	Aufbau eines Rechners	6
2	Die Zentraleinheit	7
3	Speichermaße	8
4	Darstellung des Speicherbusses	10
5	Ein Dateibaum auf einer Festplatte oder Diskette	12
6	Extensions im Dateisystem von MS-DOS	13
7	Struktur einer Festplatte	22
8	Raid-System	24
9	Netzwerkkarte	29
10	Aufbau eines Rechners mit Bussystemen	30
11	Systemschnittstellen	34
12	X-Terminal	41
13	Heterogenes Netzwerk	43

Tabellenverzeichnis

1	Diskettenformate	25
2	Leistungsdaten der Erweiterungsbusse	30

1 Einführung

In der Unternehmenspraxis ist elektronische Datenverarbeitung (EDV) Standard. Mit Personal-Computern werden heute Schreibarbeiten und Berechnungen mit einem Textverarbeitungsprogramm bzw. einer Tabellenkalkulation durchgeführt. Kundendatenbanken befinden sich je nach Unternehmensgröße im wesentlichen auf Personal-Computern (PCs), Datenbank-Servern oder Großrechnern. Diese Systeme sind in der Regel in Rechnernetze eingebunden.

In den sechziger und siebziger Jahren wurden weitgehend vorhandene betriebliche Abläufe automatisiert, bzw. mittels EDV nachgebildet. Im Laufe der Zeit ergaben sich durch die Leistungssteigerung der EDV neue Möglichkeiten Informationen aus verschiedenen Fachabteilungen miteinander zu verbinden. Mit der steigenden Komplexität der Systeme hat sich auch der Sprachgebrauch gewandelt. Man spricht heute auch von *Informationstechnologie* (IT).

1.1 Wettbewerbsvorteile durch EDV-Einsatz

Die Verwendung von unternehmensweiten Datenbanken erzwingt eine größere Kooperation der Fachabteilungen. Die Organisationsstruktur eines Unternehmens steht also heute in einem engen Zusammenhang zu den verwendeten Konzepten der Datenverarbeitung.

Mit Einsatz moderner IT ergeben sich Wettbewerbsvorteile. So kann zum Beispiel auf Kundenwünsche schneller reagiert werden. Ein produzierendes Unternehmen kann Materialbestellungen direkt vom Auftragseingang ableiten und die Produktion schneller den Aufträgen anpassen und damit Lagerkapazitäten abbauen. Dies begründet neben den Kostenvorteilen den Einsatz der EDV.

1.2 Ziele und Inhalte des Kurses

In diesem Kurs werden in Teil 1 grundlegende Kenntnisse vermittelt, welche für das Verständnis und die Benutzung von IT notwendig sind. In den weiteren Teilen werden Techniken des Projektmanagements und der Programmierung erläutert. Die Inhalte dieser Teile sind nicht Teil dieses Scriptes.

Die Innovationszyklen der IT sind sehr kurz. Es kann damit in diesem Kurs nur darum gehen, die wichtigsten Konzepte und Prinzipien der Datenverarbeitung darzustellen. Um die Leistung eines Computers im Hinblick auf eine Aufgabe abschätzen zu können, ist es notwendig die Funktionsweise eines Computers verstanden zu haben. Hard- und Software müssen unter Berücksichtigung der Kosteneffizienz dem Anwendungszweck gemäß ausgewählt werden.

2 Aufbau und Arbeitsweise von DV-Systemen.

Datenverarbeitungsanlagen, auch kurz *Rechner* (*engl. computer*) genannt, sind komplexe Systeme aus vielen verschiedenen Bauteilen. Um die Funktionsweisen moderner Rechner zu erläutern, wird zunächst das grobe Konzept ihrer Architektur mit den wichtigsten Bauteilen vorgestellt. Dieses Konzept wird am Grundprinzip der Datenverarbeitung, dem *EVA-Prinzip*, erläutert. Einige Mechanismen werden genannt, welche das Zusammenwirken dieser Bauteile beschreiben.

Der Aufbau einzelner Bauteile und ihre Funktion innerhalb des Gesamtsystems kann dann besprochen werden, er ist eng mit den Mechanismen des Zusammenwirkens der Bauteile verknüpft. Es wird daher zunächst die Struktur des Gesamtsystems zu erläutern. Im Anschluß werden einzelne Aspekte und Bauteile im Detail besprochen.

Der dargestellte Stoff kann mit einem der Standardwerke [Sta93] bzw. [Han92] vertieft werden.

2.1 Prinzipien der Rechnerarchitektur

Jeder Rechner besteht aus *Hardware* und *Software*. Unter Hardware versteht man alle Teile eines Rechners, die man anfassen kann, wie z.B. Tastatur, Maus, Bildschirm, Gehäuse und Speicher. Unter dem Begriff Software versteht man die Programme, die den Betrieb des Rechners steuern (Betriebssystemsoftware), bzw. die Datenverarbeitung nach den Vorgaben des jeweiligen Benutzers vornehmen (Anwendungssoftware). Daneben gibt es noch Software für grafische Benutzeroberfläche, Datenkonvertierung, Programmierung, Systemdiagnose und Protokollierung welche zusammen mit dem Betriebssystem die Systemsoftware bildet.

2.1.1 Das EVA-Prinzip am Beispiel einer Textverarbeitung

Ein Personal-Computer (PC) ist eine kleine Datenverarbeitungsanlage, welche heute recht leistungsfähig ist und zu Preisen von ca. 1900 DM erworben werden kann. Schreibmaschinen sind in vielen Büros durch PCs mit einem Textverarbeitungsprogramm abgelöst worden. Um mit einem PC einen Brief zu schreiben, benutzt man eine Tastatur zur Eingabe des Textes. Zur Kontrolle der Eingabe wird der Text während der Eingabe auf einem Bildschirm dargestellt. Nach erfolgreicher Eingabe kann dann der Text auf einem Drucker ausgegeben und als Brief verschickt werden. Eingabe–Verarbeitung–Ausgabe ist das Grundprinzip der Datenverarbeitung und wird mit EVA abgekürzt. Die Verarbeitung wird durch das Textverarbeitungsprogramm gesteuert.

Um zu einem späteren Zeitpunkt Änderungen am Brief vornehmen zu können, kann man den eingegebenen Text im Rechner speichern (Festplatte, Diskette, ...). Der Rechner besteht damit aus den folgenden Komponenten:

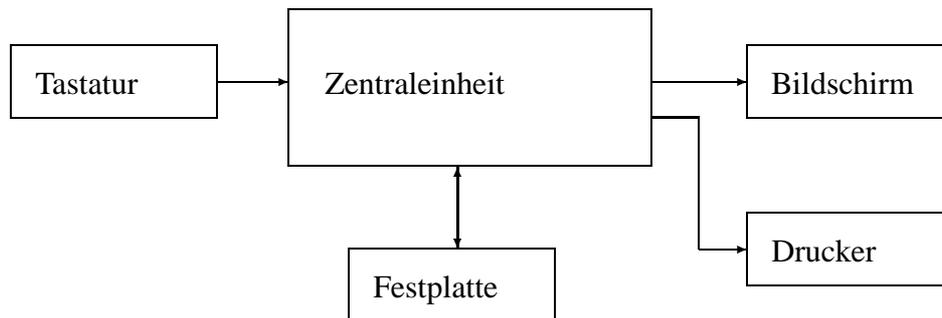


Abbildung 1: Aufbau eines Rechners

- Hardware:
 - Tastatur
 - Bildschirm
 - Zentraleinheit
 - Festplatte
 - Drucker
 - Datenträger zum Austausch von Dokumenten und Programmen, z.B. Disketten
- Software:
 - Systemsoftware
 - * Betriebssystem, z.B. MS-DOS, OS/2, UNIX, ...
 - * Programme zum Konvertieren und Sortieren von Daten
 - * Programme der graphischen Benutzeroberfläche
 - * Programme zur Wartung und Diagnose des Systems
 - * Programme zur Datensicherung (Backup)
 - Anwendungsprogramm, z.B. Textverarbeitungsprogramm

Um den Text zu speichern, wird er dem Betriebssystem mit einem Namen übergeben. Das Betriebssystem speichert den Text unter diesem Namen auf der Festplatte. Später kann der Text dann unter seinem Namen in die Zentraleinheit geladen und weiterverarbeitet werden. In Abbildung 1 ist dieser prinzipielle Aufbau dargestellt.

2.1.2 Die Zentraleinheit

Die Zentraleinheit besteht aus einem *Prozessor* und *Speicher*, vgl. Abbildung 2. Der Speicher enthält das Textverarbeitungsprogramm (Word, WordPerfect, Ami-Pro, ...) und das

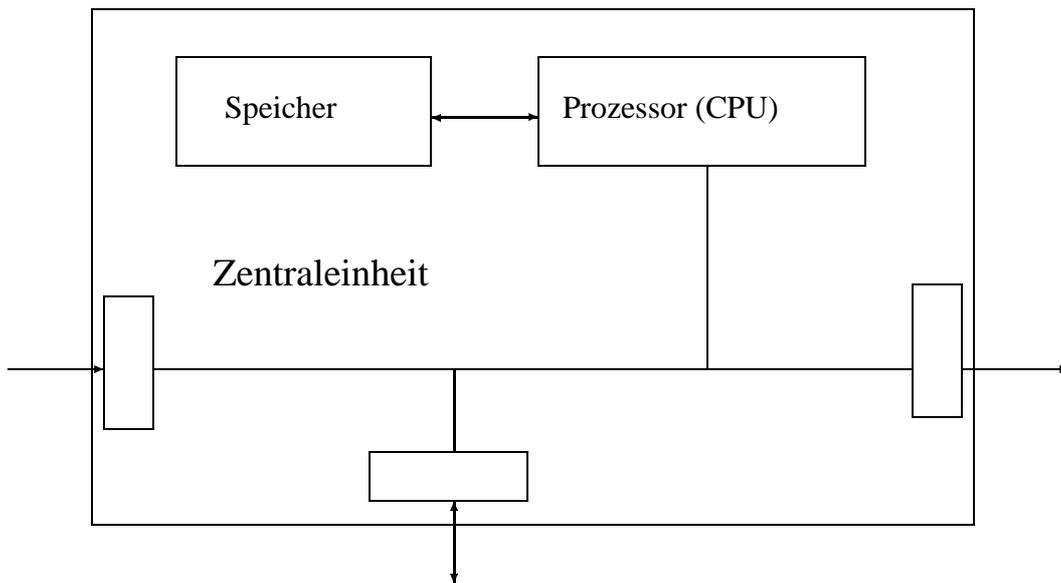


Abbildung 2: Die Zentraleinheit

Betriebssystem (MS-DOS, OS/2, ...), welche die Software darstellen sowie den eingegebenen Text, welcher im Beispiel der Textverarbeitung die Daten repräsentiert.

Die Software enthält Anweisungen für den Prozessor. Der Prozessor wird durch die Software gesteuert und nimmt auf diese Weise die Verarbeitung der Eingaben auf der Tastatur vor. Eingaben auf der Tastatur werden erkannt und so verarbeitet, daß eine Veränderung des Textes, aber auch das Drucken bzw. Speichern des Textes veranlaßt werden kann. In Abbildung 2 ist die Zentraleinheit schematisch dargestellt.

Typische Arbeiten mit einer Textverarbeitung sind unter anderem das Einfügen von Wörtern im Text, die Korrektur einzelner Buchstaben bei Tippfehlern und auch das Löschen von Buchstaben, Sätzen und größeren Textbereichen.

Da der Speicher in der Zentraleinheit, auch *Hauptspeicher* genannt, der einzige Speicher ist, welches das Ändern von einzelnen Zeichen zuläßt, kann das Einfügen von Text nur im Hauptspeicher vorgenommen werden. Ein Text auf der Festplatte muß zur Bearbeitung also zunächst in den Speicher geladen werden und kann dann anschließend wieder auf der Festplatte abgelegt werden.

Der Programmcode, welcher die Datenübertragung von der und auf die Festplatte durchführt, ist Bestandteil des Betriebssystems. Je nach Festplattentechnologie wird hierbei anderer Programmcode vom Prozessor verarbeitet.

2.1.3 Der Hauptspeicher

Wir wenden uns nun zunächst dem Hauptspeicher zu und erläutern das Konzept dieses Speichers. Dazu ist auch nötig, die Begriffe Speicherstelle, Speicherbelegung und Codierung zu klären.

Um Informationen maschinell zu verarbeiten, ist im letzten Jahrhundert die Lochkarte erfunden worden [Sta93, S.470]. Die Bearbeitung geschah damals noch mechanisch. Zur elektronischen Speicherung von Informationen hat sich folgendes Konzept bewährt:

Bauteile mit genau zwei Zuständen können besonders leicht realisiert werden, die Zustände eines solchen Bauteils werden mit '0' und '1' benannt. Die Informationsmenge, welche mit solch einem Bauteil gespeichert werden kann, heißt ein *Bit*. 8 Bits zu einer Einheit zusammengefaßt, welche *Byte* genannt wird. Ein Byte ist die kleinste Informationsmenge, welche zwischen dem Prozessor der Zentraleinheit und dem Hauptspeicher transportiert wird. Aufgrund des großen Speicherbedarf heutiger Rechner werden die folgenden Maße verwendet.

Bezeichnung	Menge	Beispiel
Bit		'0' oder '1'
Byte	1B = 8 Bit	00101100
Kilobyte	1KB = 1024 Byte	
Megabyte	1MB = 10 ⁶ Byte oder 1024 KB	
Gigabyte	1GB = 10 ⁹ Byte oder 1024 MB	

Abbildung 3: Speichermaße

Mit Hilfe der zwei Zeichen '0' und '1' kann man 256 verschiedene Folgen bilden, welche genau 8 Zeichen lang sind¹, z.B. 00000000, 00101100, 10100111, 11111111. Da Textverarbeitungsprogramm kennt zu jedem Buchstaben genau eine solche Folge, man nennt sie eine *Codierung* des Buchstabens. Jede Speicherstelle im Hauptspeicher hat die Größe von einem Byte, kann also eine solche Folge speichern. Der Text belegt im Hauptspeicher einen zusammenhängenden Bereich von Speicherstellen, wobei die erste Speicherstelle mit der Codierung des ersten Buchstaben des Textes belegt ist, die zweite Speicherstelle mit der Codierung des zweiten Buchstaben belegt ist, und so fort. In weiteren Speicherstellen werden mit anderen Codierungen der Anfang des Textes, seine Länge und weitere Informationen festgehalten.

Die Bytes des Speichers sind fortlaufend nummeriert, der Prozessor betrachtet diese Nummern wie Hausnummern, um auf die Speicherstellen zuzugreifen, daher werden diese Nummern auch *Adressen* genannt. Für jede Speicherstelle wird zwischen der *Adresse*, der *Belegung* mit Folgen aus '0' und '1' und der Interpretation dieser Belegung durch die *Codierung* unterschieden.

¹Man rechnet: $2 \cdot 2 = 2^8 = 256$

2.1.4 Der Prozessor

Jede Zentraleinheit enthält einen Prozessor. Ein Programm ist eine Sequenz von Speicherbelegungen, welche vom Prozessor interpretiert werden. Genau wie der eingegebene Text aus dem Beispiel der Textverarbeitung steht also das Programm im Hauptspeicher des Rechners, jedoch an einer anderen Stelle. Die Belegung der Speicherstellen wird vom Prozessor als Folge von Anweisungen aufgefaßt. Man sagt auch, daß das Programm vom Prozessor abgearbeitet wird. Typische Anweisungen für einen Prozessor sind das Lesen eines Buchstaben oder einer Zahl im Speicher, der Vergleich zweier Buchstaben oder Zahlen und das Schreiben eines Buchstaben oder einer Zahl. Ebenso werden alle Grundrechenarten unterstützt. Pro Sekunde werden vom Prozessor gemäß dem Anwendungsprogramm mehrere Millionen solcher einfacher Operationen durchgeführt. Mit diesen Operationen können Daten im Speicher bewegt werden (z.B. für das Einfügen und Löschen von Text) bzw. Daten verglichen werden (z.B. für das Suchen von Wörtern im Text, Nachschlagen in einer Adreßliste, ...). Weitere Operationen des Prozessors sind die Adreßberechnungen, um die Daten im Hauptspeicher zu verwalten. An jeder Stelle im Programm kann eine Adresse stehen, an der die Abarbeitung des Programmes fortgesetzt wird. Die Adresse heißt *Sprungadresse*; die Anweisung, um die Adresse in dieser Weise auszuwerten, heißt Sprung bzw. Verzweigung. Insbesondere kann dieser Sprung vom Ergebnis eines Vergleiches abhängig gemacht werden. Auf diese Weise kann das Programm auf eine Eingabe reagieren oder durch Daten gesteuert werden.

Jeder Prozessor enthält zur Verwaltung des Programmablaufes eigene Speicherstellen, welche *Register* genannt werden. Der *Programmzähler* (engl. *program counter*, PC) enthält die Adresse des nächsten zu bearbeitenden Befehles.

Aufgrund des großen Speichers heutiger Rechner benötigt man zum Speichern einer Adresse mehr als zwei Byte, typischerweise werden heute vier oder acht Byte für den Programmzähler vorgesehen (32- oder 64-Bit-Architekturen).

Der Speicher ist über viele Leitungen mit dem Prozessor verbunden, welche *Speicherbus* genannt werden: Es stehen oft weit über 20 Leitungen für die Übertragung einer Adresse zur Verfügung, diese Leitungen bilden den *Adreßbus*. Für den Transport der Daten werden weitere 16, 32, 64 oder 128 Leitungen bereitgestellt, diese bilden den *Datenbus*. Mit den Steuerleitungen wird unter anderem angezeigt, ob eine Übertragung stattfinden soll und ob der Speicher gelesen oder geschrieben wird. Die Steuerleitungen bilden den *Steuerbus*. Datenbus, Adreßbus und Steuerbus bilden den *Speicherbus*. In Abbildung 4 ist der Speicherbus schematisch dargestellt.

Speicher welcher gelesen und geschrieben werden kann, heißt *RAM* (engl. *random access memory*). Speicher welcher nur gelesen werden kann, wird *ROM* (engl. *read only memory*) oder *PROM* (engl. *programmable ROM*) genannt.

Neben den Verwaltungsregistern enthält der Prozessor weitere Register, welche von den Programmen genutzt werden. Diese erlauben einen extrem schnellen Zugriff. Die Anzahl dieser Register ist aus technischen Gründen sehr beschränkt (c.a. 8 bis 16, je nach Prozessor).

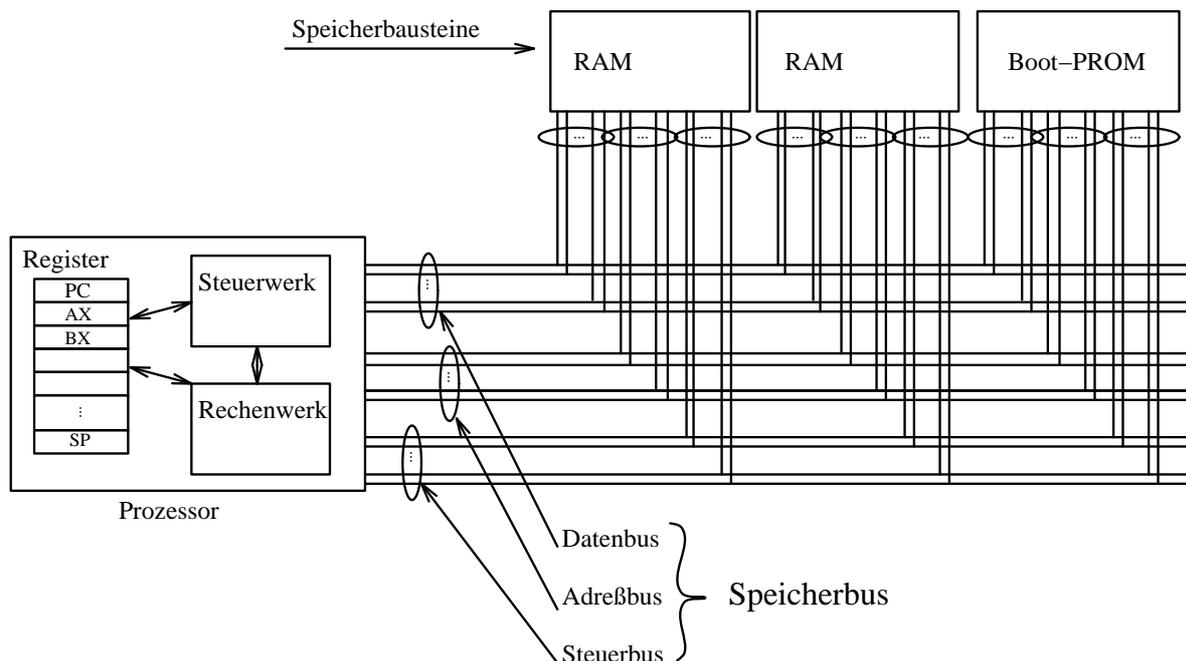


Abbildung 4: Darstellung des Speicherbusses

Da der Hauptspeicher für einen Prozessor zu langsam ist, wird oft ein schneller Zwischenspeicher, der *Cache*, zwischen Prozessor und Hauptspeicher gebaut. Oft hat ein PC 128KB oder 256KB Cache. Der Rechner wird durch Einbau eines Cache in seiner Funktionalität nicht verändert. Der Geschwindigkeitsvorteil hängt von den Anwendungen des Rechners ab. Moderne Prozessoren haben zusätzlich einen internen Cache zwischen 8KB und 64KB. Der interne Cache wird *First Level Cache*, der externe dann *Second Level Cache* genannt.

2.1.5 Die Bedeutung eines Arbeitstaktes in Computersystemen

Der Begriff des *Taktes* ist so grundlegend, daß es sinnvoll erscheint, ihn schon hier einzuführen. Jeder Rechner enthält Elektronik, welche in gleichen Zeitabständen ein Signal an alle Baugruppen versendet. Dies geschieht viele Millionen mal pro Sekunde. Man sagt, ein *Takt* von vielen Megahertz wird bereitgestellt.

Um die Operationen eines Rechners zu beschreiben, sind alle Operationen der elektronischen Baugruppen in kleine Teilschritte zerlegt worden, welche nie länger als einen Takt zu ihrer Durchführung benötigen. Keine Baugruppe führt mehr als eine Teiloperation pro Takt durch.

Damit ist es möglich zu beschreiben, was wann im Rechner passiert. Rechenergebnisse werden so vorhersehbar.

Benötigt ein Prozessor 26 Takte für eine Multiplikation, so kann er bei einem Takt von 50MHz ca. 2 Millionen Multiplikationen pro Sekunde ausführen. Solche Berechnungen geben einem Hinweis auf die heutige Leistungsfähigkeit der Datenverarbeitung.

Auf einer Datenleitung des Datenbusses kann in einem Takt nur ein Bit übertragen werden. Mit 32 Datenleitungen und 50MHz Takt können damit höchstens 200MB pro Sekunde zwischen Prozessor und Speicher ausgetauscht werden. Manche Rechner haben einen Cache, welcher solche hohen Datenraten zuläßt. Oft ist der Hauptspeicher viel langsamer, er braucht für seine Operationen mehrere Takte.

2.1.6 Die Festplatte

Um einen Text zu speichern, bedient man sich der Festplatte. Das Konzept der Festplatte kennt im Gegensatz zum Hauptspeicher keinen Zugriff auf einzelne Bytes. Eine Festplatte besteht aus Scheiben mit einer Magnetschicht, wie man sie vom Tonband her kennt. Mit einem Tonkopf können die Scheiben gelesen und beschrieben werden. Die Platten werden in kreisförmige Spuren aufgeteilt, jede Spur enthält Blöcke einer festen Größe. Unter MS-DOS werden Festplatten mit Blöcken zu je 512 Byte verwendet. Die Festplatte unterstützt im wesentlichen zwei Operationen:

- Schreiben eines Blockes
- Lesen eines Blockes

Nach der Bearbeitung des Textes im Hauptspeicher wird der Text also in Blöcke zerlegt und auf die Festplatte übertragen. Damit ist aus dem Text im Hauptspeicher eine *Datei* entstanden. Die Länge des Textes (in Byte) und die Reihenfolge der Blöcke wird in Verwaltungstabellen der Festplatte verwaltet, welche sich in speziellen Blöcken der Festplatte befinden.

2.1.7 Dateiverwaltung auf der Festplatte

Möchte man viele Texte, Programme, und Tabellen der Tabellenkalkulation auf einer Festplatte speichern, so gibt man den Dateien Namen und faßt zur Orientierung Dateien welche zusammengehören in Ordnern zusammen.

Beispiel: Herr Wolf benutzt unter MS-DOS ein Textverarbeitungsprogramm und eine Tabellenkalkulation. Die Dateien `muster.txt`, `mueller.txt`, und `meiner.txt` sind Texte und `adr.tab` sowie `tel.tab` sind Tabellen. Außerdem arbeitet manchmal noch Herr Schmitt auf dem Rechner, welcher auch eine Datei `muster.txt` verwendet.

Der Übersichtlichkeit halber verabreden Herr Wolf und Herr Schmitt, daß Herr Wolf seine Dateien in einem Ordner `wolf` und Herr Schmitt im Ordner `schmitt` ablegt. Herr Wolf legt zwei weitere Ordner für Texte und Tabellen an. Abbildung 5 zeigt die Struktur der Ordner. Unter dem Pfad der Datei `muster.txt` versteht man nun den Weg über die Ordner `wolf` und `text`. Damit ist `\wolf\text\muster.txt` der Pfadname der Datei

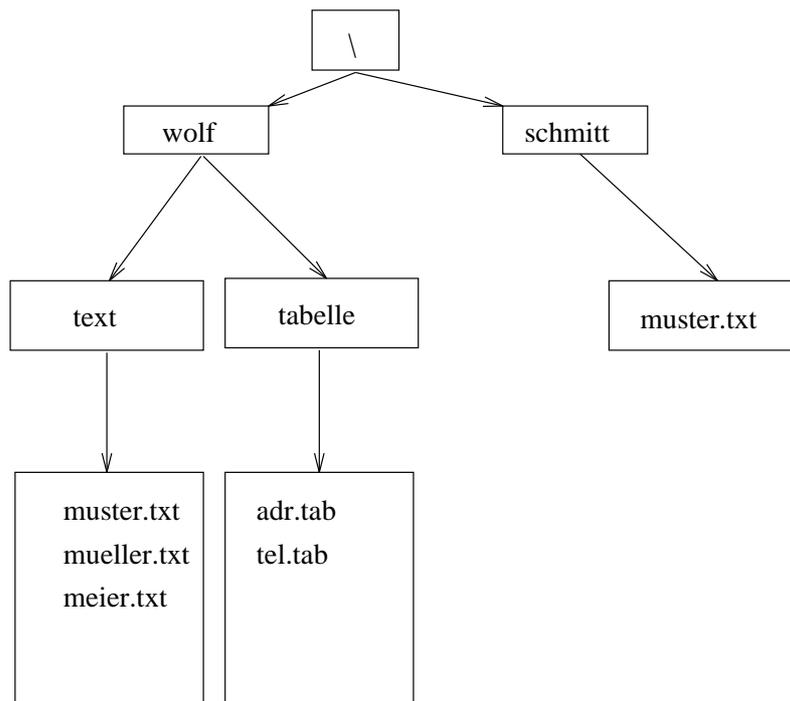


Abbildung 5: Ein Dateibaum auf einer Festplatte oder Diskette

auf der Festplatte (unter MS-DOS). `\schmitt\muster.txt` ist der Pfadname der Datei `muster.txt` des Herrn Schmitt.

Für jeden Ordner wird auf der Festplatte eine Tabelle angelegt, in der die Namen der enthaltenen Dateien und Ordner sowie die verwendeten Plattenblöcke dieser Dateien und Ordner verzeichnet sind. Die Konventionen über die Wahl der Namen, Aufbau der Tabellen etc. nennt man *Dateisystem* (engl. *file system*).

Man sagt eine Festplatte enthält ein Dateisystem, wenn mindestens eine leere Tabelle für das Verzeichnis `\` auf der Festplatte angelegt wurde, in der dann weitere Ordner oder Dateien eingetragen werden können. Dieser Ordner heißt *Wurzel des Dateisystems*, engl. *root directory*. Ein Dateisystem mit mehr als einem Ordner heißt auch *Dateibaum*.

MS-DOS kennt zur Unterscheidung der Festplatten Laufwerkskennungen. Jede Festplatte wird mit einem Großen Buchstaben bezeichnet, wobei die erste Festplatte den Buchstaben C erhält. Für das Textverarbeitungsprogramm ist damit

```
C:\wolf\text\mueller.txt
```

ein vollständiger Pfadname, welcher die Datei eindeutig bezeichnet.

Das MS-DOS-Dateisystem legt fest, daß ein Dateiname aus 8 Zeichen besteht. Als Zeichen sind die Buchstaben A bis Z sowie 0 bis 9 und einige Sonderzeichen zugelassen. Nicht zugelassen sind Schrägstriche, Komma, Leerzeichen und Punkte. Eine Extension aus drei Zeichen bezeichnet den Typ der Datei. Die Extension wird mit einem Punkt vom Namen

EXE	ausführbare Programmdatei (executable)
COM	Befehlsdatei (command)
BAT	Stapeldatei (batch)
SYS	Systemdatei (system)
INI	Initialisierungsdatei (initial)
TXT	Textdatei
DOC	Textdatei zur Dokumentation (document)
HLP	Hilfetexte der Programmdokumentation (help)
BMP	Bitmap-Datei, enthält Grafik (bitmap)
EPS	Grafikdatei, enthält Postscript

Abbildung 6: Extensions im Dateisystem von MS-DOS

getrennt. Es wird nicht zwischen großen und kleinen Buchstaben unterschieden. MS-DOS verwendet die Extension, um den Typ der Datei zu unterscheiden, vgl. Tabelle 6.

Unter Windows-NT, OS/2 und auf dem Macintosh gibt es Dateinamen mit mehr Buchstaben. Windows-Benutzer erhalten mit Windows95 ebenfalls die Möglichkeit, längere Dateinamen zu verwenden. UNIX-Betriebssysteme erlauben in aller Regel Dateinamen bis zu 256 Buchstaben, Pfadnamen können in aller Regel 1024 Zeichen lang sein. Zum Beispiel wäre

```
/user/hochhalter/tar/mein-kleines-text-archive.tar.gz
```

ein vollständiger Pfadname für eine Datei des Benutzers Hochhalter. UNIX kennt im Unterschied zu vielen anderen Systemen keine Laufwerkskennungen.

Jedes Dateisystem speichert weitere Informationen wie zum Beispiel das Datum der letzten Änderung einer Datei und deren Größe. Unter UNIX und auf Großrechnern wird für jede Datei auch noch festgehalten, welche Benutzer sie verwenden dürfen. Die Verwendung der Dateien wird vom Betriebssystem überwacht. Damit ist Datenschutz auf Systemebene möglich.

2.1.8 Einschalten eines Rechners – Speichertypen

Jede Operation eines Rechners wird vom Prozessor veranlaßt. Nach dem Einschalten eines Rechners muß also schon ein Programm im Speicher abgelegt sein, damit der Prozessor beginnen kann.

Der Hauptspeicher, welcher die Daten, Programme und das Betriebssystem enthält, kann gelesen und geschrieben werden. Die Art dieses Speichers wird mit RAM (engl. random access memory) bezeichnet. Leider verliert das RAM seinen Inhalt, wenn der Strom ausgeschaltet wird. Um nach dem Einschalten Programm zur Verfügung zu haben, gibt es also Speicher, welcher seinen Inhalt nicht verliert, wenn kein Strom vorhanden ist. Man unterscheidet *ROM* (engl. *read only memory*), welches seinen Inhalt durch die Herstellung bekommt, und *PROM* (engl. *programmable read only memory*) welches mit speziellen Geräten

genau einmal geschrieben werden kann. *EPROM* (engl. *erasable programmable read only memory*) kann mit UV-Licht gelöscht und dann mit einem speziellen Gerät beschrieben werden.

Jeder Prozessor kennt eine Startadresse, an welcher er nach dem Einschalten mit der Programmausführung beginnt. Hier installiert jeder Rechnerhersteller ein PROM, welches das Programm zum Laden des Betriebssystems enthält, das sich in der Regel auf einer der Festplatten des Rechners befindet.

Der Vorgang des Ladens des Rechners über ein PROM, welches das Betriebssystem von der Festplatte lädt, wird als *booten* bezeichnet, das PROM als *Boot-PROM*

Auf einem PC mit einem Prozessor 80486 von Intel können unter anderem die Betriebssysteme MS-DOS, Windows95, Windows-NT, OS/2, sowie verschiedene UNIX-Betriebssysteme wie SCO-Unix, Coherent, Solaris und Linux verwendet werden. Das Betriebssystem kann sich auf einer Festplatte oder Diskette befinden.

Um während des Bootens Meldungen auf dem Bildschirm erscheinen zu lassen, die Tastatur abfragen zu können und von der Festplatte lesen zu können, ist spezieller Programmcode notwendig, welcher BIOS (engl. *basic input output system*) genannt wird. Auch dieser Programmcode ist in einem PROM untergebracht und nach dem Einschalten des Rechners verfügbar.

2.1.9 Ausschalten eines Rechners

Das Ausschalten des Rechners erfolgt bei einfachen Betriebssystemen – z.B. MS-DOS – über den Netzschalter.

Moderne Betriebssysteme muß man vor dem Ausschalten in einen Zustand bringen, welcher das Abschalten der Systeme erlaubt. Der Zustand wird mit einer Meldung auf dem Bildschirm angezeigt.

Mit dem sogenannten *Shutdown* (engl. *shut down*) werden vom Betriebssystem alle Programme beendet, die Netzwerkverbindungen geschlossen und dann der Festplattenzugriff beendet. Man erhält eine letzte Meldung auf dem Bildschirm, daß der Rechner nun steht und ausgeschaltet werden kann. Unter UNIX und auf Großrechnern ist der Shutdown natürlich nur dem Systemadministrator erlaubt.

2.1.10 Datensicherung

Da wegen Brand, Stromausfall, Softwarefehlern, Festplattenfehlern, unsachgemäßer Bedienung der Software, Diebstahl und anderen Gründen die Daten eines Rechners verloren gehen können, sollte man regelmäßig eine Datensicherung durchführen. Es reicht, die geänderten

Daten auf eine Diskette zu schreiben. Fällt beim Schreiben der Strom aus oder ist die Datei schon fehlerhaft, kann diese Datensicherung natürlich nicht verwendet werden. Bei kleinen Mengen sollten also einige Disketten im Wechsel verwendet werden.

Bei großen Mengen kommen Speichermedien wie z.B. Magnetbänder zum Einsatz. Manchmal kommen Dateien auf Festplatten abhanden. Sollte man eine solche Datei suchen, ist es von Vorteil, auch noch eine recht alte Sicherungsversion zu besitzen. Ein wichtiger Hinweis bezieht sich auf den Aufbewahrungsort der Sicherungen.

Schutz ist nur gewährleistet, wenn der Aufbewahrungsort des Sicherungsbandes oder der Sicherungsdisketten nicht der Standort der DV-Anlage ist.

In kleinen Firmen kann es zweckmäßig sein, wenn ein Mitarbeiter das Band oder die Disketten der Datensicherung mit nach Hause nimmt.

2.1.11 Benutzeroberfläche

Steht dem Benutzer eines Rechners eine grafische Benutzeroberfläche zur Verfügung, so gibt es ein Programm, mit dem er leicht weitere Programme starten, Ordner anlegen und Dateien wie auch Ordner löschen kann. Auf einem Macintosh von Apple heißt das Programm *Finder*. Windows enthält einen *Dateimanager* in der *Hauptgruppe*, welcher für diese Operationen benutzt werden kann. Auch UNIX-Systeme enthalten heute eine grafische Oberfläche mit einem *Dateimanager*². Die UNIX-Oberfläche *OSF MOTIV* verhält sich dem Benutzer gegenüber ähnlich Windows, ist aber im Gegensatz zu Windows netzwerkfähig und bis ins Detail konfigurierbar. Die Benutzung der Programme sollte am Rechner geübt werden. Sie sind nicht Gegenstand dieses Kurses.

2.1.12 Offene Fragen

- Eine Uhr wird vom Prozessor mit einem Speicherzugriff abgelesen. Ist die Uhr RAM, ROM oder etwas drittes?
- Wie steuert man mit einem Programm die Grafikausgabe auf dem Monitor. Wie ist der Bildschirminhalt im Rechner gespeichert? Wie kommt der Inhalt auf den Bildschirm?
- Warum kann ein MS-DOS-Programm nicht unter einem UNIX-Betriebssystem, z.B. *Solaris* von *Sun Microsystems* auf Workstations mit *Sparc-Prozessor*, gestartet werden.

²In der Regel ist auch ein Papierkorb zum Entfernen von Dateien vorhanden. Macintosh kennt den Papierkorb auf der Oberfläche seit 1984.

2.2 Codierung

2.2.1 Buchstaben

Unter einem Schriftzeichen oder Zeichen versteht man einen Buchstaben, eine Ziffer und auch Sonderzeichen wie Klammern, Währungssymbole, Schrägstriche, Kreuze und andere nützliche Symbole wie !#%&+=-. Die ersten Home-Computer in den achziger Jahren haben nur 128 verschiedene Zeichen unterschieden. Grundlage war oft der *American Standard Code for Information Interchange*, genannt *ASCII*. Da in europäischen Ländern Umlaute und andere Symbole benutzt werden, wurden einige Zeichen, wie zum Beispiel eckige Klammern durch nationale Buchstaben und Symbole ersetzt. Drucker mußten immer mühsam der Codierung des Rechners angepaßt werden. Der ASCII-Code wurde später von verschiedenen Seiten erweitert, so daß europäische Symbole zur Verfügung standen. Leider gingen die Computer-Firmen verschiedene Wege, eine Norm gab es noch nicht.

Heute gibt es eine ISO-Norm, welche alle wichtigen Zeichen aus Westeuropa enthält: ISO-8859-1-Latin-1. Diese Norm ist eine Erweiterung des ASCII-Codes und wird in der UNIX-Welt sowie im weltweit größten Rechnernetz, dem Internet, verwendet. MS-Windows verwendet einen anderen Zeichensatz.

Eine Entwicklung von IBM führte zum sogenannten *Extended Binary Coded Decimal Interchange Code* (EBCDIC). Da IBM jahrelang Marktführer im Großrechnermarkt war, wird dieser Code auch von anderen Großrechnerherstellern verwendet. Die Codierung wird für einige Buchstaben in der folgenden Tabelle angegeben.

Zeichen	ASCII/ISO-8859-1	EBCDIC
1	0011 0001	1111 0001
5	0011 0101	1111 0101
R	0101 0010	1101 1001
r	0111 0010	1001 1001
T	0101 0100	1110 0011

2.2.2 Dualzahlen

Da Rechner nur die Ziffern '0' und '1' verarbeiten können, wird das Dualsystem verwendet, um Zahlen im Rechner darzustellen. Analog der Zerlegung im Dezimalsystem

$$4275_{10} = 4 \cdot \underbrace{10^3}_{=1000} + 2 \cdot \underbrace{10^2}_{=100} + 7 \cdot \underbrace{10^1}_{=10} + 5 \cdot \underbrace{10^0}_{=1}$$

kann auch eine Dualzahl interpretiert werden:

$$\begin{aligned} 101101_2 &= 1 \cdot \underbrace{2^5}_{=32} + 0 \cdot \underbrace{2^4}_{=16} + 1 \cdot \underbrace{2^3}_{=8} + 1 \cdot \underbrace{2^2}_{=4} + 0 \cdot \underbrace{2^1}_{=2} + 1 \cdot \underbrace{2^0}_{=1} \\ &= 32 + 8 + 4 + 1 \\ &= 45_{10} \end{aligned}$$

Der Index 2 drückt aus, daß es sich um eine Dualzahl handelt. Der Index 10 bezieht sich auf das Dezimalsystem, er wird oft auch weggelassen.

Die Addition im Dualsystem wird analog zum Dezimalsystem durchgeführt:

$$\begin{array}{r}
 \\
 + \\
 \hline
 1
 \end{array}$$

Wenn also die Summe in der Spalte größer als der Wert der größten Ziffer ist, hier also ab 2, wird ein *Übertrag* in die nächste Spalte gebildet. Die Überträge sind als kleine Einsen wie beim Rechnen im Dezimalsystem angegeben. Analog kann auch subtrahiert werden. Da hier die Darstellung negativer Zahlen nicht behandelt wurde, wird auch auf die Subtraktion nicht näher eingegangen.

2.2.3 Hexadezimaldarstellung

Wichtig in der Praxis ist auch das Hexadezimalsystem. Das Hexadezimalsystem dient der Darstellung von Speicherinhalten wenn ihre Interpretation als Daten nicht bekannt ist. Das Hexadezimalsystem wird genau wie das Dezimalsystem erklärt:

Das Dualsystem verwendet zwei Symbole, die „0“ und die „1“. Im Dezimalsystem werden zehn verschiedene Ziffern verwendet. Für das Hexadezimalsystem vereinbart man die sechzehn Zeichen '0', '1', '2', '3', ..., '8', '9', 'A', 'B', 'C', 'D', 'E', 'F' für die einzelnen Ziffern, diese erhalten für sich alleine die Werte 0 bis 15.

Dieses System ist praktisch, wenn man die Belegungen einzelner Bytes notieren will. Aufgrund der Gleichung $16 = 2^4$ kann vom Dualsystem in das Hexadezimalsystem auf einfache Weise umgerechnet werden. Die ersten vier Bits der Dualdarstellung eines Bytes ergeben einen Wert zwischen 0 und 15 und können als einstellige Hexadezimalzahl geschrieben werden, also als Hexadezimalziffer. Ebenso kann man die letzten 4 Bits eines Bytes als einstellige Hexadezimalzahl schreiben. Die beiden Hexadezimalziffern ergeben hintereinander geschrieben genau die Hexadezimaldarstellung des Bytes:

$$\begin{array}{l}
 0000_2 = 0_{16} \quad 1000_2 = 8_{16} \\
 0001_2 = 1_{16} \quad 1001_2 = 9_{16} \\
 0010_2 = 2_{16} \quad 1010_2 = A_{16} \\
 0011_2 = 3_{16} \quad 1011_2 = B_{16} \\
 0100_2 = 4_{16} \quad 1100_2 = C_{16} \\
 0101_2 = 5_{16} \quad 1101_2 = D_{16} \\
 0110_2 = 6_{16} \quad 1110_2 = E_{16} \\
 0111_2 = 7_{16} \quad 1111_2 = F_{16} \\
 \\
 0101\ 0011_2 = 53_{16} = 83_{10} \\
 1101\ 1001_2 = D9_{16} = 217_{10} \\
 0101\ 0011\ 1101\ 1001_2 = 53D9_{16} = 21465_{10}
 \end{array}$$

Es würde zu weit führen hier noch die Addition von Hexadezimalzahlen zu beschreiben. Es wird in der Praxis nur für die Notierung von Speicherinhalten verwendet.

Ist die Anzahl der Bits, welche im Hexadezimalsystem codiert werden durch vier teilbar – dies ist in der Regel der Fall, insbesondere wenn die Information in einer Folge von Bytes vorliegt – so kann man die Umrechnung vom Dualsystem in das Hexadezimalsystem wie folgt vornehmen:

Man teile die Dualzahl von vorne nach hinten in Päckchen zu je vier Bits auf und codiere die Päckchen nach der obigen Tabelle.³ Umgekehrt kann immer vom Hexadezimalsystem in das Dualsystem umgerechnet werden – von vorn nach hinten werden die Ziffern durch die entsprechenden vier dualen Symbole ersetzt.

Die Tabelle

Zeichen	ASCII/ISO-8859-1	EBCDIC
1	0011 0001	1111 0001
5	0011 0101	1111 0101
R	0101 0010	1101 1001
r	0111 0010	1001 1001
T	0101 0100	1110 0011

aus Abschnitt 2.2.1 kann nun wie folgt geschrieben werden:

Zeichen	ASCII/ISO-8859-1	EBCDIC
1	31_{16}	$F1_{16}$
5	35_{16}	$F5_{16}$
R	52_{16}	$D9_{16}$
r	72_{16}	99_{16}
T	54_{16}	$E3_{16}$

2.2.4 BCD-Code

Im BCD-Code reserviert man für jede Ziffer einer Zahl genau vier Bit, die Bitfolge ergibt sich aus der Dualdarstellung des Wertes der Ziffer. Damit erhält man für die Zahl 345 im BCD-Code die Bitfolge 0011 0100 0101. Die Darstellung von negativen Zahlen ist im reinen BCD-Code nicht definiert.

2.2.5 BCD-Code mit Vorzeichen, Darstellungen in COBOL

Wenn Zahlen z.B. in einer Datenbank stehen und in erster Linie verglichen, angezeigt und gedruckt werden sollen, ist es lästig, immer eine Umwandlung vom Dualsystem in eine Darstellung als Text, z.B. im EBCDI-Code, vorzunehmen. Man kann ja auch umgekehrt die Zahlen

³Wegen $16 = 2^4$ kann auf diese Weise verfahren werden: Die 2 steht in dieser Formel für das Dualsystem, die 16 für das Hexadezimalsystem und die 4 für die Päckchengröße.

im EBCDI-Code speichern. In diesem Code dauern zwar alle Rechenoperationen länger und der Speicherplatzbedarf ist höher, aber die meisten Umwandlungen entfallen. Dieser Weg wird oft auf Großrechnern oder mit der Programmiersprache COBOL beschriftet. Um den Speicherplatzbedarf zu optimieren, geht man oft auf eine gepackte Darstellung über.

Im BCD-Code belegt jede Ziffer vier Bit, die Belegung dieser Bits entspricht der Darstellung der Zahl im Dualsystem. So wird der 1 die Bitfolge 0001_2 zugewiesen und der 9 die Bitfolge 1001 . Um aus dieser Darstellung die Codierung der Ziffer in EBCDI-Code zu erhalten, muß diese mit der Bitfolge 1111_2 am Anfang ergänzt werden, so daß man die Bitfolge $11110010_2 = F2_{16}$ für die Ziffer 2 in EBCDIC erhält.

Unter einer ungepackten Darstellung versteht COBOL eine Bitfolge aus 8 Bits von denen die ersten vier auf '1' gesetzt sind und von denen die letzten der Dualdarstellung des Wertes der Ziffer entsprechen. Für Zahlen wird das Vorzeichen in den oberen vier Bits der letzten Ziffer gespeichert. Mit der Bitfolge $1101_2 = D_{16}$ wird hier ein negatives Vorzeichen angezeigt, $1100_2 = C_{16}$ steht für ein positives Vorzeichen.

Beispiel: Es ergibt sich für 3753_{10} die Bytefolge $F3 F7 F5 C3_{16}$ und für -359_{10} die Bytefolge $F3 F5 D9_{16}$. In der gepackten Darstellung werden die Bits, welche fest auf '1' gesetzt wurden entfernt, so daß sich für die Zahlen die Bytefolgen $37 53 Cx_{16}$ und $35 9D_{16}$ ergeben. Das x in der Darstellung soll anzeigen, daß die Belegung dieser Bits für den Wert der Zahl keine Rolle spielt und die Belegung nicht festgelegt ist. Ohne die hexadezimale Zahlendarstellung gibt es nun weitere Beispiele.

Zahlen in ungepackter Darstellung:

$$\begin{array}{l}
 345_{10} \mapsto \underbrace{1111_2 0011_2}_{1. \text{ Byte}} \underbrace{1111_2 0100_2}_{2. \text{ Byte}} \underbrace{1100_2 0101_2}_{3. \text{ Byte}} \\
 -345_{10} \mapsto \underbrace{1111_2 0011_2}_{1. \text{ Byte}} \underbrace{1111_2 0100_2}_{2. \text{ Byte}} \underbrace{1101_2 0101_2}_{3. \text{ Byte}}
 \end{array}$$

Zahlen in gepackter Darstellung:

$$\begin{array}{l}
 345_{10} \mapsto \underbrace{0011_2 0100_2}_{1. \text{ Byte}} \underbrace{0101_2 1100_2}_{2. \text{ Byte}} \\
 -345_{10} \mapsto \underbrace{0011_2 0100_2}_{1. \text{ Byte}} \underbrace{0101_2 1101_2}_{2. \text{ Byte}} \\
 -3456_{10} \mapsto \underbrace{0011_2 0100_2}_{1. \text{ Byte}} \underbrace{0101_2 0110_2}_{2. \text{ Byte}} \underbrace{1101_2 xxxx_2}_{3. \text{ Byte}}
 \end{array}$$

2.2.6 Redundante Codierung

Um Daten gegen Übertragungsfehler oder Datenverlust abzusichern, werden sie um zusätzliche Information erweitert. Die zusätzlichen Informationen werden als *redundant* bezeichnet, da diese aus den anderen abgeleitet werden können. Die Mathematik hat viele Codes

mit unterschiedlicher Fehlererkennung und Fehlerkorrektur hervorgebracht. Das einfachste Verfahren ist die sogenannte *Parität*.

Eine Bitliste kann gegen den Fehler in einem Bit geschützt werden, wenn eine weiteres sogenanntes *Paritätsbit* hinzugefügt wird, welches genau dann mit '1' belegt wird, wenn die Anzahl der Einsen in der Bitliste ungerade ist, andernfalls mit '0'. Insgesamt hat die Bitliste dann immer eine gerade Anzahl Einsen, was nach jeder Übertragung geprüft wird. Ist ein Bit verfälscht worden, so wird die Übertragung als fehlerhaft erkannt. Ist die Position des fehlerhaften Bits bekannt, so kann sein Wert aus den anderen Bits wie das Paritätsbit ermittelt werden.

Die Blöcke auf Festplatten werden mit Codes gegen Fehler gesichert. Die Codierung wird von der Festplatte beim Schreiben vorgenommen, so daß der Rechner dies nicht merkt. Nach jeder Übertragung wird von der Festplatte das Gelingen der Übertragung angezeigt oder ein Fehler gemeldet.

2.2.7 Kompression

Um die Kapazität von Speichermedien wie Magnetbändern besser auszunutzen oder die Zeit einer Datenübertragung zu verringern, hat die Informatik Verfahren zur *Datenkompression* entwickelt. Dabei wird die Information einer Datei so Codiert, daß möglichst wenig Speicherplatz verbraucht wird. Je nach Kompressionsgüte sind erhebliche Rechenzeiten für die Komprimierung notwendig. Das Entkomprimieren geht in der Regel schneller als die Kompression der Daten.

Komprimierungsprogramme sind unter dem Namen `pkzip` und `lharc` bekannt geworden. Ebenso gibt es Software, um die Festplatte zu komprimieren. Bilder können im GIF-Format komprimiert gespeichert werden.

Ein Verfahren, welches als JPEG bekannt ist, unter MS-DOS wird auch die Extension `jpg` verwendet, komprimiert ebenfalls Bilddaten⁴. Mit JPEG geht jedoch im Gegensatz zu GIF Information verloren – man spricht von Komprimierung mit Verlust. Der Informationsverlust kann mit Parametern gesteuert werden, er sollte so klein sein, daß er auf dem Bild nicht zu sehen ist. Auf JPEG baut das Verfahren MPEG auf, welches Video-Daten stark komprimiert. Video-CDs nutzen das MPEG-Verfahren.

⁴Oft werden Bilder im Internet und hier insbesondere im Word-Wide-Web-Dienst mit JPEG komprimiert, da die Datenübertragungszeit erheblich reduziert werden kann. Im Internet werden Bilder aber zusätzlich mit Email, in Newsguppen und per FTP übertragen.

2.3 Gerätekunde

Die wichtigsten Geräte werden hier beschrieben. Es wird auf Technologien und Geschwindigkeiten der Geräte eingegangen.

2.3.1 Eingabegeräte

Zunächst begegnet dem Benutzer eine Tastatur, dann die Maus.

Die Tastaturen unterscheiden sich in der Anzahl der Tasten. Je nach Rechner und Betriebssystem erhält man andere Tastaturen. Teure Workstations werden oft mit leisen Tastaturen ausgeliefert, welche einen weichen Anschlag haben. Die Funktionstasten der Tastatur spiegeln die Möglichkeiten des Betriebssystems wieder.

Programmierer mögen manchmal die US-amerikanische Tastatur, da der Backslash und die eckigen und geschweiften Klammern statt der Umlaute enthalten sind. Manche Programmiersprachen verwenden diese Symbole.

2.3.2 Bildschirme

Bildschirme werden in Schwarz-Weiß- und Farbmonitore unterschieden. Die Bildschirmdiagonale kann bis 21 Zoll groß sein. Bildschirme mit 17 Zoll sind für die meisten Arbeiten mit einer grafischen Oberfläche ausreichend. Die Bildwiederholrate sollte mindestens 72 Herz betragen, damit das Bild nicht flimmert. Werden viele Punkte auf dem Bildschirm dargestellt, so ergibt sich eine hohe Datenrate. Aus Kosteneffizienz sollte der Bildschirm auf die Fähigkeiten des Rechners abgestimmt sein.

Die meisten Bildschirme sind strahlungsarm nach der schwedischen Empfehlung MPRII.

2.3.3 Festplatten

Jeder kennt die Technologie des Tonbandes: Auf einer Metallschicht kann mit Hilfe eines Tonkopfes Musik aufgenommen werden, durch Spulen des Bandes kann jede Stelle abgehört werden.

Eine Schallplatte enthält die Musik als Kurvenform einer Rille, welche mit einem Plattenspieler von außen nach innen abgetastet wird. Durch die Bewegung des Tonarmes kann jeder Titel auf der Platte schnell gefunden werden. Auf einer CD ist statt einer Rille eine Bodenwelle gepreßt worden und die Abtastung erfolgt nicht mit einer Nadel, sondern mit einem Laserstrahl.

Eine Kombination aus diesen Methoden ergibt eine Festplatte: Metallscheiben werden wie ein Tonband beschichtet, so daß die Magnetisierung mit einem Tonkopf verändert werden kann. Eine Festplatte besteht oft aus mehreren beschichteten Platten. Wie bei einem Plattenspieler gibt es einen Tonarm, an dem für jede beschichtete Oberfläche ein Tonkopf befestigt ist, so daß diese von außen nach innen bewegt werden können. In Abbildung 7 ist eine Festplatte geöffnet zu sehen. Durch die Bewegung der Platte entsteht ein Luftzug,

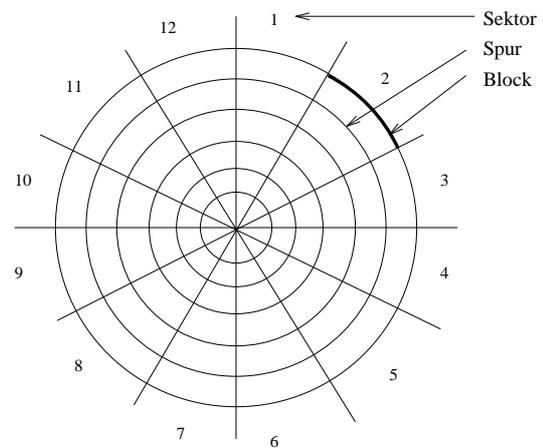


Abbildung 7: Struktur einer Festplatte

welcher die Tonköpfe leicht anhebt. Die Magnetschicht wird also nicht abgenutzt. Mit Hilfe von zwei Tönen gleicher Dauer wird jede Bitfolge in ein analoges Signal umgesetzt und auf die Platte geschrieben. Damit erhält man ein Medium, auf dem man Daten aufzeichnen und die Suche nach Daten effektiv durchführen kann. Das Bewegen des Tonkopfes nennt man *Positionierung*.

Da nur Datenblöcke fester Länge aufgezeichnet werden, findet eine kreisförmige Aufzeichnung der Daten statt. Jeder dieser kreisförmigen Bereiche wird *Spur*, engl. *track*, genannt. In jeder Spur lassen sich mehrere Blöcke unterbringen. Durch Unterteilung der Festplatte in *Sektoren* wird jede Spur in Bereiche unterteilt, in die jeweils ein Block geschrieben werden kann.

Um die Kapazität der Festplatte zu erhöhen, werden mehrere Platten gestapelt und beidseitig benutzt. Die Tonköpfe sind verbunden und bewegen sich gemeinsam. Unter einem *Zylinder* versteht man die Spuren, auf den Platten, welche genau übereinander liegen. Enthält jede Spur gleichviele Sektoren, so gilt:

$$\text{Kapazität} = \text{Blockgröße} \times \text{Sektoren pro Spur} \\ \times \text{Zylinderanzahl} \times \text{Anzahl der Köpfe}$$

Die *mittlere Positionierzeit* einer Festplatte ist ein Maß für die Geschwindigkeit, mit welcher ein Datenblock gefunden werden kann. Die Datentransferrate gibt an, wie schnell Daten gelesen und übertragen werden können. Diese Zahlen beschreiben also die Geschwindigkeit einer Festplatte.

Auf Großrechnern gibt es auch Platten mit je einem Tonkopf pro Spur. Der Zugriff auf die Daten ist wesentlich schneller, da nicht auf die Positionierung des Tonkopfes gewartet werden muß. Für PC's gibt es auch Platten mit zwei Armen an denen jeweils Tonköpfe befestigt sind. Damit kann im Mittel Zeit für die Positionierung eingespart werden.

Da die äußeren Spuren länger sind, schreiben moderne Festplatten in die äußeren Spuren mehr Blöcke als auf die inneren. Speziell bei SCSI-Platten bleibt dies dem Anwender und auch dem Betriebssystem verborgen: Nach dem Start des Betriebssystems gibt die Festplatte die Anzahl und Größe seiner Blöcke an. Über die Blocknummer werden die Blöcke unterschieden. Die Lesegeschwindigkeit hängt dann von der Spur ab, welche die Daten speichert. Für SCSI-Platten halten wir daher fest:

$$\text{Kapazität} = \text{Blockgröße} \times \text{Anzahl der Blöcke pro Platte}$$

Die Kapazität der Festplatte kann in MB gemessen werden. Damit die Festplatte größer erscheint, wird oft mit 1.000.000 Byte als einem Megabyte, 1MB, gerechnet.

Entscheidend für das Betriebssystem ist zunächst, daß jede Festplatte Daten nur blockweise liest und schreibt und die Blockgröße für alle Blöcke festgelegt ist. Auf dem PC wird unter DOS eine Blockgröße von 512 Byte verwendet. Viele Betriebssysteme verwenden Platten mit Blöcken zu 1KB. Großrechner verwenden größere Blöcke.

Festplatten sind gegenüber dem Hauptspeicher sehr langsam, ihre Zugriffszeiten liegen im Millisekundenbereich. Während der Prozessor jedes Byte im Hauptspeicher in 0.08ms gelesen hat, braucht eine Festplatte c.a. 10ms um den Tonkopf zu einer bestimmten Spur zu bewegen. Die Lesegeschwindigkeit hängt dann von der Datendichte und der Umdrehungszeit ab. Moderne Platten drehen sich mit c.a. 6000 U/min und werden ständig schneller. Die Datentransferrate liegt bei modernen SCSI-Platten bei mehreren Megabyte pro Sekunde.

Da zum Auswählen des Blockes oft einige Tabellen des Dateisystems gelesen werden müssen, ist der Zugriff auf die Dateien entsprechend langsam. Die Geschwindigkeit des Systems hängt entscheidend von der Organisation des Betriebssystems und des Dateisystems auf der Festplatte ab, so daß es keinen Sinn macht, die mittlere Positionierzeit aufgrund von Festplattenparametern auszurechnen. Die Geschwindigkeit von MS-DOS ist hier recht gemächlich.

2.3.4 Wechselpplatten

Kann man die Platten aus einem Plattenlaufwerk wechseln, so handelt es sich um eine Wechselpplatte. Aus technischen Gründen ist die Kapazität von Wechselpplatten geringer als die von Festplatten. Da verschiedene Betriebssysteme andere Dateisysteme verwenden kann man Wechselpplatten oft nur unter Rechnern mit dem gleiche Betriebssystem austauschen.

2.3.5 RAID-Systeme

In vielen Wirtschaftsbereichen ist die IT zentraler Bestandteil der Dienstleistung bzw. Produktion. Es werden daher immer höhere Anforderungen an die Verfügbarkeit der Rechner und Datensicherheit der Speichermedien gestellt. Beispiele solcher wirtschaftlicher Aktivitäten sind Abrechnungssysteme und Vermittlungsrechner von Telefonnetzen wie auch Zentralrechner für die Kontrolle der Geldautomaten (Zahlungsverkehr).

Grundidee der RAID-Technologie ist die Erhöhung der Sicherheit und Verfügbarkeit der Daten durch redundante Speicherung auf den Festplatten auf eine Art und Weise, daß der Ausfall einer Festplatte nicht zum Ausfall des Gesamtsystems oder Datenverlust führt. Zur Erhöhung der Verfügbarkeit des Gesamtsystems wird in der Regel ein Auswechseln der Festplatte während des Rechnerbetriebs ermöglicht.

Zunächst ist eine Plattenspiegelung in die Software verschiedener Betriebssysteme integriert worden: Es werden alle Schreiboperationen auf zwei Festplatten ausgeführt, so daß der Ausfall einer Platte keinen Datenverlust bedeutet. Mit den RAID-Systemen geht man weiter.

RAID ist die Abkürzung für *Redundant Array of Inexpensive Disks*. Unter redundanter Speicherung versteht man ein Verfahren, welches gestattet, aus Teilen der Daten andere Teile neu zu generieren. Die Verfahren sind in Level eingeteilt worden. RAID-Level 1 verwendet dazu die Spiegelung von Daten wie oben angegeben. Unter RAID-Level-3 und RAID-Level 5 kommen kompliziertere Verfahren zum Einsatz.

Von außen sieht man ein Gehäuse mit vielen Festplatten, oft sind es sieben, aus dem man in der Regel während des Betriebs Platten auswechseln darf (*engl. hot swap*). Da nach dem Austausch einer Platte viele Daten erzeugt und auf diese geschrieben werden müssen, ist mit einer erheblichen Verringerung der Geschwindigkeit des Systems zu rechnen. Immerhin kann mit dem System weiter gearbeitet werden. Oft wird nur der Ausfall einer Platte abgesichert, so daß die Sicherheit des Gesamtsystems von der Verfügbarkeit einer Ersatzplatte abhängt. Einige Geräte verwalten Ersatzplatten, welche für ausfallende Platten bereitgehalten werden. Durch einen eigenen Prozessor mit einigem Speicher wird der Zugriff auf die Daten geregelt und zum Teil auch beschleunigt. Für den Rechner verhält sich das System wie eine normale aber extrem große Festplatte. Es sind Systeme erhältlich, welche zusätzlich zwei Netzteile enthalten, welche ebenso während des Betriebs ausgetauscht werden können. In der Abbildung rechts sieht man einen UNIX-Server mit eingebautem RAID-System, welches aus fünf Festplatten besteht.

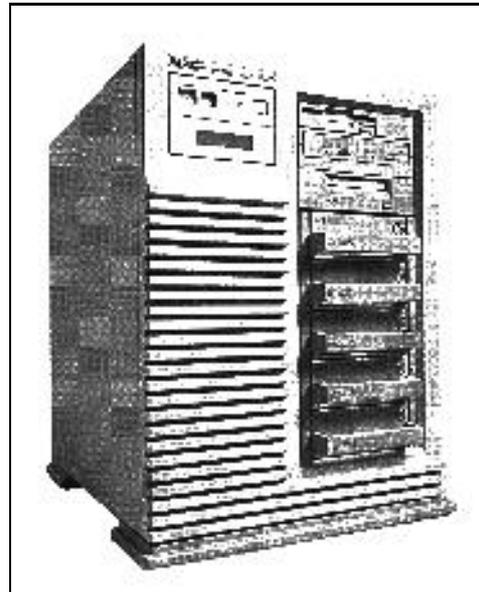


Abbildung 8: Raid-System

Es müssen auch bei RAID-Systemen Datensicherungen durchgeführt werden. Softwarefehler können weiterhin die Daten zerstören und Brände die gesamte Anlage.

2.3.6 Disketten

Eine Diskette ist wie die Festplatte eine Scheibe mit einer Magnetschicht. Die Umdrehungsgeschwindigkeit ist jedoch recht gering und die Datendichte auch. Als Maß für die Diskettengröße wird die Einheit Zoll (*engl. inch*) verwendet. Die Scheibe ist bei 5.25"-Disketten biegsam und bei 3.5"-Disketten starr und besser staubgeschützt. Die nebenstehende Tabelle gibt Aufschluß über die üblichen Formate und Kapazitäten. Es werden die folgenden Abkürzungen für die Anzahl der Seiten und die Schreibdichte verwendet: SS = single sided, DS = double sided, SD = single density, DD = double density, HD = high density, ED = enhanced density. Disketten mit nur einer Seite oder einfacher Schreibdichte sind nicht mehr üblich, diese Diskettenlaufwerke werden heute nicht mehr angeboten. Disketten sind um ein vielfaches langsamer als Festplatten und in sofern oft nur noch zur Datensicherung oder zum Datenaustausch interessant.

Größe	Seiten	Dichte	Kapazität
3.5"	DS	DD	720KB
3.5"	DS	HD	1.44MB
3.5"	DS	ED	2.88MB
5.25"	DS	DD	360KB
5.25"	DS	HD	1.2MB

Tabelle 1: Diskettenformate

Wirklich selten werden diese Disketten mit anderen Formaten beschreiben. Neben dem Format ist auch interessant, mit welchem Dateisystem die Dateien auf der Diskette abgelegt wurden. Das Dateisystem von DOS kann von den meisten Rechnern gelesen und geschrieben werden.

2.3.7 CD

Die CD ist für Daten und auch für Musik entwickelt worden. Auf einer Spur, welche spiralförmig von außen nach innen läuft, sind 2KB große Blöcke abgelegt. Diese Blöcke enthalten entweder Musik (Audio-CD), Bilder (Photo-CD), Dateien oder Multimedia-Anwendungen im CD-I-Format.

Enthält die CD einen Dateibaum, so wird in der Regel das Dateisystem nach ISO-9960 verwendet. Dieses Dateisystem läßt Dateinamen mit 8 Buchstaben und 3 Buchstaben Extension zu. UNIX-Maschinen benutzen oft ein erweitertes Format, welches längere Dateinamen erlaubt. Es gibt CDs welche ISO-konform sind, jedoch speziell für einen Macintosh erweiterte Informationen enthalten.⁵

Möchte man mehrere Filme auf eine Photo-CD schreiben oder eine CD mit Daten ergänzen, so kann das Inhaltsverzeichnis der CD nicht mehr erweitert werden. Jede Aufnahme führt daher zu einer Session mit eigenem Verzeichnis. Man unterscheidet daher CDs mit einer Session und Multisession-CDs. Es hängt von der jeweiligen Software und Hardware ab, welche Daten von einer CD gelesen werden können. Manches CD-Gerät kann nur die erste Session lesen.

⁵Multimedia-CDs lassen sich so für die Benutzung auf dem Macintosh vorbereiten. Nach dem Einlegen der CD erscheint ein Fenster mit einem Icon zum Start des Programmes. Mit der Entfernung der CD ist ein Macintosh im ursprünglichen Zustand.

Geräte zum einmaligen Beschreiben einer CD-ROM heißen CD-Rekorder. Die Platten werden auch WORM-Platten (*engl. write once read multiple*) genannt. Die unbeschriebene CD kostet um 25DM, so daß man mit dieser Technik auch größere Mengen archivieren kann. CD-Rekorder kosten unter DM 2500.

Die Lesegeräte werden immer schneller: Dies bezieht sich sowohl auf die Lesegeschwindigkeit als auch auf die Suchgeschwindigkeit. Gerade die Positionierung des Lasers dauert recht lange. Doublespeed-Geräte lesen die CD mit 300KB pro Sekunde. Insgesamt werden CD-Lesegeräte noch einige Zeit erheblich langsamer als Festplatten bleiben.

Es gibt für große Archive automatische CD-Wechsler, so daß man mit einer kleinen Wartezeit auf große Datenmengen zugreifen kann. Die Wechsler werden auch als Jukeboxen bezeichnet.

2.3.8 Magneto-Optische Platten

Eine Magneto-Optische Platte oder Optische Platte, (MOD, *engl. magneto-optical disk, optical disk*), sieht wie eine 3.5" Diskette aus, sie ist jedoch schwerer und 3.5 oder 5.25 Zoll groß. Die Platte enthält eine Magnetschicht, welche mit einem Laser gelesen werden kann. Zum Schreiben mit einem Tonkopf muß die Schicht mit einem Laser erhitzt werden. Die Platte wird wie eine Wechselplatte benutzt, manchen Rechnern bleibt der Unterschied verborgen.

Es gibt wiederbeschreibbare (*engl. rewritable*) und einmal beschreibbare (*engl. write once*) Platten.

Die Daten stehen auf kreisförmige Spuren mit Blöcken zu 512 Byte oder 1024 Byte. Die Kapazitäten liegen bei zwischen 230MB und 1.3GB. Die Positionierzeiten liegen bei c.a. 30ms und die Datentransferraten beim Lesen über 1MB/s und bei Schreiben über 500KB/s.

Leider sind die Geräte und Platten mit verschiedenen Blockgrößen nicht kompatibel. Viele Betriebssysteme schreiben Dateisysteme⁶, welche von anderen Rechnern nicht lesbar sind. Dieses Medium ist also nur begrenzt für einen Datenaustausch geeignet. Die Medizintechnik setzt sie wegen der hohen Datensicherheit und dem schnellen Dateizugriff ein.

2.3.9 Bandgeräte

Da Bänder vergleichsweise billig sind, werden sie weiterhin zur Datensicherung eingesetzt. Bandgeräte für DC2120-Bänder werden zum Teil am Diskettenlaufwerk angeschlossen und sind sehr langsam. Die Bänder haben eine Kapazität von 125MB. In der Regel wird für MS-DOS eine Software zur Datenkompression mitgeliefert.

DAT-Geräte schreiben mit mehr als 200KB/s bzw. 600KB/s. Dies entspricht 11MB bzw. 30MB pro Minute, was für große Datenmengen vernünftig erscheint. DAT-Bänder sind kleiner als eine Musikkassette und haben eine Kapazität von mehr als 2GB. Da die Bänder nur c.a.

⁶Unter einem Dateisystem versteht man den Aufbau der Tabellen, welche die Dateistruktur auf dem Medium wiedergeben.

20DM kosten, ist die Archivierung mit DAT-Bändern vergleichsweise billig. Das Bandmaterial ist 4mm breit es wird ähnlich einem Video-Band mit schrägen Streifen beschrieben. Auf die Bänder mit nur 90m Länge kann mit jedem DAT-Gerät gelesen und geschrieben werden. Diese Technologie eignen sie sich daher gut für Datenaustausch. Innerhalb von 40 Sekunden kann jeder Block auf einem DAT-Band gefunden werden. Leider wird dies selten durch Software unterstützt.

Exabyte benutzt für die Archivierung 8mm Video-Bänder. Leider gibt es verschiedene Geräte, welche nicht alle kompatibel sind. Die Kapazitäten und Geschwindigkeiten liegen im Bereich der DAT-Technologie und darüber.

Quarter-Inch-Tapes (QIC) gibt es mit verschiedenen Kapazitäten. Die Geschwindigkeiten sind auch unterschiedlich. Geräte mit 150MB sind langsamer als DAT-Geräte, aber deutlich billiger in der Anschaffung. Die Bänder sind extrem solide hergestellt und dementsprechend teuer. Die Datensicherheit ist sehr hoch. Neuere Systeme sind schnell und haben hohe Kapazitäten. Alle heutigen Geräte können die Bänder mit 150MB Kapazität lesen und schreiben, so daß einem Datenaustausch weitgehend unproblematisch ist. Die Spulen des Bandes sind auf einer Zinkplatte montiert. Ein spezieller Transportmechanismus verhindert das Dehnen des Bandes. Eine Staubschutzklappe sichert das Band gegen Schmutz.

Es gibt die Norm *IEEE Std. 1003.1-1988* welche ein Datenformat von Bandarchiven festlegt. Die Norm legt fest, wie der Dateiname, das Datum, der Benutzer der Datei, die Rechte und weitere Informationen sowie den Inhalt der Datei auf dem Band abgelegt werden. Die Archive werden tar-Archive genannt, unter dem Betriebssystem UNIX werden die Archive mit dem Programm `tar` geschrieben und gelesen. Damit ist ein sauberer Datenaustausch für größere Datenmengen über Betriebssystemgrenzen hinweg möglich. Sind die Archive in einem genormten Format angelegt worden, können die Daten auch nach einer Systemumstellung gelesen werden.

Ebenso ermöglicht unter UNIX das Programm `cpio` Datenaustausch, da hier ein einheitliches Format geschrieben wird.

Wird vor dem Bandgerät ein kleiner Fahrstuhl montiert, welche das Bandgerät mit Bändern versorgt, so spricht man von TAPE-Exchangern. Damit können auch Datensicherungen größerer Mengen automatisiert werden.

2.3.10 Drucker

Als Ausgabegeräte sind hier natürlich die verschiedenen Drucker zu nennen. Die wichtigsten Druckertypen sind heute Nadeldrucker, Typenraddrucker, Tintenstrahldrucker und Laserdrucker. Erzeugen die Drucker die Schrift durch Anordnung feiner Punkte, so können auch Grafiken angefertigt werden. Unter der Auflösung versteht man die Anzahl an Punkten, welche auf dem Abstand von einem Zoll (*engl. inch*) nebeneinander gesetzt werden. Als Maß wird *Dots per inch* benutzt, welches *dpi* abgekürzt wird.

Bei Nadeldruckern werden mit feinen quadratischen Nadeln kleine Punkte auf das Papier geschrieben. Mit dieser Technik lassen sich Auflösungen bis zu 360dpi erreichen und

Durchschläge wie bei einer Schreibmaschine anfertigen. Mit Typenraddruckern kann wie mit einer Schreibmaschine ein schöner Ausdruck erzeugt werden. Leider ist keine Grafik möglich und die Verwendung von verschiedenen Typenrädern für verschiedene Schriften ist nicht immer komfortabel. Auch mit dieser Technik wird ein Farbband verwendet und können Durchschläge angefertigt werden. Diese beiden Druckertypen sind recht laut.

Der Tintenstrahldrucker erzeugt durch Hitze eine kleine Dampfblase, welche einen Farbtropfen auf das Papier schleudert. Bei einer Auflösung von 300dpi sind die Anschaffungskosten gering. Tintenstrahldrucker drucken auch in Farbe. Dazu werden farbige Punkte nebeneinandergespritzt. Gegenüber den Nadeldruckern und Typenraddruckern ist ein Tintenstrahldrucker extrem leise.

Mit Laserdruckern sind Auflösungen bis 600dpi recht erschwinglich. Die Kosten pro Blatt sind recht gering, die Kosten für die Anschaffung aber recht hoch. Gegenüber den Tintenstrahldruckern ergibt sich in der Regel ein besseres Schriftbild.

Wenn genug Geld zur Verfügung steht, kann mit Farbdruckern Photoqualität erreicht werden. In Rechenzentren kommen Drucker zum Einsatz, welche mehrere hundert Seiten pro Minute drucken können.

Damit auch Grafiken gedruckt werden können, werden vom Hersteller des Druckers Programme mitgeliefert, welche die Umsetzung einer Grafik in eine Folge von Druckerbefehlen umsetzen. Die Software wird *Druckertreiber* genannt und meist für MS-DOS und MS-Windows sowie OS/2 mitgeliefert.

2.4 PC-Karten

Es wurde oben über die Geräte gesprochen, welche an Rechner angeschlossen werden können. Man muß sich natürlich auch überlegen, wie man mit einem Programm und einem Prozessor Geräte bedient. Aus technischen Gründen können viele Prozessoren nicht direkt

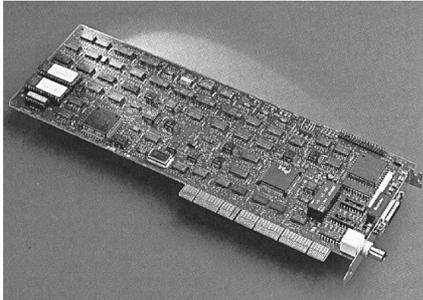


Abbildung 9: Netzwerkkarte

die Signale auf den Kabeln steuern, mit denen die Geräte mit dem Rechner verbunden sind. Eine kleine elektrische Schaltung zwischen Gerät und Prozessor übernimmt die elektrische Umsetzung der Signale, bzw. übernimmt die Steuerung des Gerätes nach Vorgaben vom Prozessor. Für viele Aufgaben können billige einfache Schaltungen und sehr komplexe und effiziente Schaltungen eingesetzt werden. Beispiele liefern hier die Festplatten- und Netzwerkadapter. Festplattenadapter unterscheiden sich in ihrer Komplexität wie auch im Hinblick auf die verwendete

Festplatte. Ebenso gibt es Netzwerkadapter für amerikanische Telefonleitungen bis hin zu Glasfaseradern.

Die Schaltungen werden auf Karten aufgebaut, welche in die Zentraleinheit gesteckt werden. Damit ist sowohl die elektrische Verbindung zum Rechner hergestellt als auch ist eine Seite der Karte von außen zugänglich. An Grafikkarten muß ja schließlich das Kabel zum Monitor angeschlossen werden, Soundkarten enthalten die Anschlüsse für Lautsprecher und Mikrophon. Da die Karte in den Rechner eingesteckt und mit einer Schraube gesichert wird, spricht man auch von *Steckplätzen* oder *Slots*, in welche die Karten geschoben werden.

Eine Verbindung zwischen zwei Baugruppen kann aus Sende- und Empfangsleitungen bestehen. Bei mehreren Baugruppen werden die Geräte über gemeinsam genutzte Leitungen verbunden. Die Leitungen werden *Bus* genannt. Unter dem *Protokoll* des Busses versteht man die Vereinbarungen, nach denen Informationen codiert und über die Leitungen transportiert werden.

Die Verbindung vom Prozessor zu den Baugruppen auf den Karten geschieht über einen *Bus*, er wird *Erweiterungsbuss* genannt. Die Übertragungsrate, die Anzahl der Leitungen sowie ihre Verwendung ist standardisiert. Damit ein Einbau einer Baugruppe in ein Gehäuse des Rechners möglich ist, werden noch die Abmessungen der Karten genormt.

Die wichtigsten Normen für den PC sind *Industry Standard Architecture, ISA, Extended Industry Standard Architecture, EISA*, von IBM die *Micro Channel Architecture, MCA*, *VESA-Local-Bus* der *Video Electronics Standard Association* und *Peripheral Component Interconnect, PCI*. Der MCA-Bus ist eine Entwicklung von IBM und wird in IBM-Rechnern eingesetzt. Genau wie beim Speicherbus gibt es Daten- und Adreßleitungen. Die Anzahl und die Bedeutung der Steuerleitungen ist bei den einzelnen Bussen unterschiedlich. Der Takt der

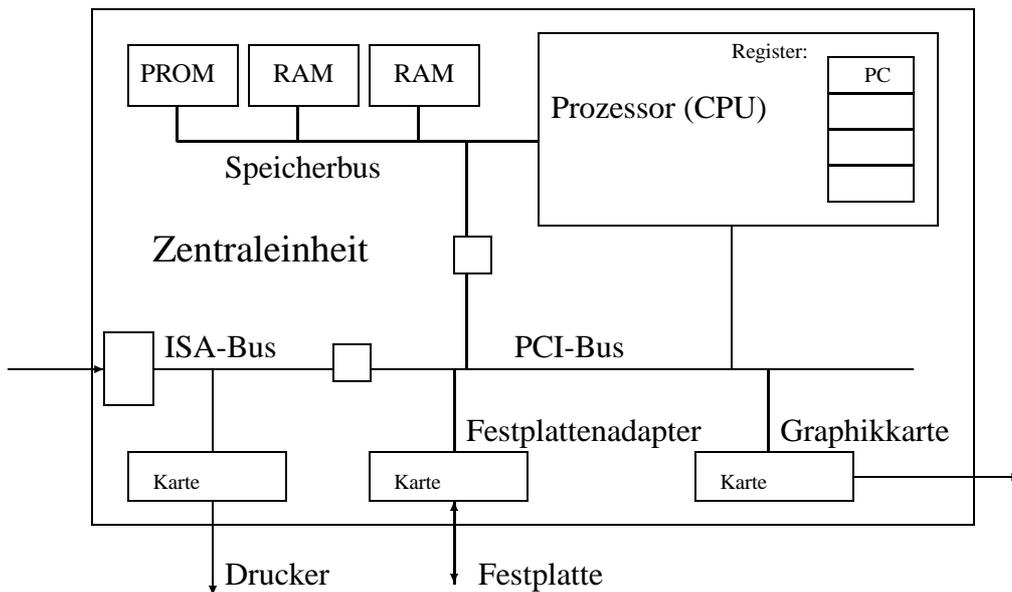


Abbildung 10: Aufbau eines Rechners mit Bussystemen

Bus	Adreßleitungen	Datenleitungen	Takt
ISA	16	16	8MHz
EISA	32	32	8MHz
MCA	16/32	32	10MHz
VLB	32	32	40MHz
PCI	32	32	33MHz

Tabelle 2: Leistungsdaten der Erweiterungsbusse

Datenübertragung auf dem Bus wird in Megahertz gemessen. Für schnelle Datenkommunikation benötigt man eine hohe Taktrate. In einem Takt kann in der Regel auf jeder Datenleitung genau ein Bit übertragen werden. Die Tabelle 2 gibt einen Überblick.

In Abbildung 10 ist ein moderner Rechner mit seinen Bussen schematisch dargestellt. Dieser Rechner enthält den recht neuen und schnellen PCI-Bus sowie zur Ansteuerung langsamer Baugruppen einen ISA-Bus. Exemplarisch werden nun einige Baugruppen besprochen.

2.4.1 Die serielle Schnittstelle

An der Rückseite der meisten Rechner befindet sich eine Buchse mit 9 oder 25 Kontakten. Neben einer Masseleitung als elektrische Basis stehen zwei Kontakte zur Datenübertragung zur Verfügung. Die Buchse wird Schnittstelle genannt, da hier ein genormter Datenübergabepunkt für einen zweiten Rechner oder Drucker zur Verfügung steht. Die Schnittstelle

entspricht den Normen V24 und RS232.

Das Kabel, welches verwendet wird, heißt gekreuzt, wenn die Sendkontakte auf der einen Seite mit den Empfangskontakten auf der anderen Seite jeweils verbunden sind. Verlängerungskabel sind ungekreuzt.⁷

Es gibt im Rechner eine kleine Baugruppe, welche mit diesen Leitungen selbständig ein Zeichen senden oder empfangen kann. Ein Übertragungsprogramm muß also die Daten Byteweise zu dieser Baugruppe übertragen. Jeder Prozessor kennt eine Byteübertragung zu einer Baugruppe. Diese Übertragung ähnelt einem Hauptspeicherzugriff, mit einer Adresse können die einzelnen Baugruppen unterschieden werden. Manche Baugruppen haben mehrere Adressen: Eine um die Daten auszutauschen und andere um Modi einzustellen oder Zustände abzufragen. Bei der seriellen Schnittstelle wird nach jedem Byte unter einer zweiten Adresse auf die Bestätigung der Übertragung gewartet und dann erneut ein Byte zum senden geliefert. Das Programm ist also während einer Übertragung recht beschäftigt, hohe Datenraten lassen sich damit nicht erzielen.

Auf PCs sind der Aufbau der seriellen Schnittstelle und ihre Adressen festgelegt. Der Anschluß erfolgt über den ISA-Bus, welcher auf jedem PC verfügbar ist.

Die Übertragungsgeschwindigkeit wird in Zeichen pro Sekunde angegeben, die Einheit heißt *Baud*. Da die Schnittstelle nur zwei Zeichen kennt, kann dies als Bit pro Sekunde verstanden werden.

Die Übertragungsgeschwindigkeit liegt oft bei 9600 Baud, also rund einem Kilobyte pro Sekunde. Für viele Anwendungen reicht die Geschwindigkeit aus. Der Betrieb von FAX-Modems geschieht oft mit 2400 Baud.

2.4.2 Die parallele Schnittstelle

Die parallele Schnittstelle ist als Centronics-Schnittstelle bekannt und hat einen Stecker mit mindestens 25 Polen. Es stehen 8 Leitungen zur Verfügung, mit denen die Daten transportiert werden können. Die parallele Schnittstelle ist daher schneller als die serielle. Die Datenübergabe wird mit den sogenannten Handshakeleitungen koordiniert. Diese Schnittstelle ist immer dann interessant, wenn große Grafiken gedruckt werden. Die Datenübertragung kann nach der Norm 100KB/s nicht überschreiten.

2.4.3 Die SCSI-Schnittstelle

SCSI steht für Small Computer System Interface. Es ist eine Schnittstelle um Festplatten und andere Geräte an einen Rechner anzuschließen. SCSI wurde bereits 1986 von ANSI genormt. Die Verbindung der Geräte geschieht über einen Bus mit 40 Leitungen, welcher oft als

⁷Zwei Rechner können mit solch einem Kabel verbunden werden. Mit Hilfe des Programmes *Kermit* können zwei beliebige Rechner Daten über diese Leitungen austauschen. Kermit läuft unter fast allen Betriebssystemen und auf fast allen Rechnern: HP48, C64, Atari, MS-DOS, Macintosh, UNIX und auf IBM-Großrechnern. Kermit ist Public-Domain-Software, darf also frei kopiert und weitergegeben werden.

40-adriges Kabel mit mehreren Steckern verwirklicht ist. Es können bis zu sieben Geräte, an einem SCSI-Bus angeschlossen werden. SCSI-Geräte sind z.B. Festplatten, Scanner, Wechselplatten, CD-Rekorder, CD-Lesegeräte und Dia-Belichter mit eigener SCSI-Schnittstelle. Festplatten melden sich mit der Anzahl und Größe ihrer Blöcke, so daß eine einfache Adressierung der Daten möglich ist. Auch Magnetbänder, CD-Laufwerke und Wechselplatten können leicht und einfach verwendet werden. Zur Kommunikation zwischen Rechner und Gerät werden kleine Datenpakete übertragen, welche die nötigen Informationen enthalten. Die SCSI-Geräte haben kleine Schalter eingebaut, mit dem jedes Gerät eine eigene Nummer zwischen 0 und 6 eingestellt bekommt.⁸ Die Nummern werden als Adressen beim Austausch der Datenpakete verwendet.

Die Geräte enthalten für die Kommunikation einen kleinen Prozessor⁹ und etwas Speicher. Es können theoretisch bis zu 10MB pro Sekunde übertragen werden.

Zum Anschluß der SCSI-Geräte enthält ein Rechner eine Karte an die das 40-polige SCSI-Kabel angeschlossen wird. Diese Karte heißt *SCSI-Hostadapter* oder *SCSI-Karte* und wird unter anderem als *Festplattenadapter* eingesetzt. Sie enthält zur Festplatte bzw. zu den anderen Geräten die *SCSI-Schnittstelle* des Rechners.

Am Beispiel einer SCSI-Schnittstelle wird hier nun die Kommunikation zwischen einem Rechner und einer *intelligenten Karte* dargestellt. Viele SCSI-Hostadapter arbeiten nach dem nun vorgestellten Prinzip.

Beim Start des Rechners vereinbart die SCSI-Karte und das Betriebssystem einen Speicherbereich im Hauptspeicher um Daten auszutauschen. Die SCSI-Karte enthält unter anderem einen Prozessor und ein ROM mit einem Programm. Wenn nun das Betriebssystem einen Block auf die Festplatte schreiben möchte, so wird in dem vereinbarten Speicherbereich die Adresse des Blockes im Hauptspeicher und eine Blocknummer des Festplattenblockes übergeben. Im vereinbarten Hauptspeicherbereich wird hierzu eine kleine Warteschlange gebildet, so daß auch mehrere Übertragungen angefordert werden können. Mit diesen Daten übernimmt der Prozessor der SCSI-Karte die selbständige Übertragung der Daten von oder zu den SCSI-Geräten. Die erfolgreiche Übertragung wird dem Betriebssystem anschließend mitgeteilt. Da moderne Betriebssysteme nicht das Schreiben von Blöcken abwarten, sondern nach dem Auftrag mit der Programmabarbeitung fortfahren, läßt sich durch diese Techniken eine Geschwindigkeitssteigerung des Rechners erzielen. Es werden zum Teil auch Daten von den Geräten angefordert, wenn diese offensichtlich bald benötigt werden.

Ist ein Rechner für die Bereitstellung von Dateien über ein Netzwerk zuständig, also *Fileserver*, so sollte er mit intelligenten Karten ausgestattet sein.

⁸Die erste Festplatte bekommt oft die Nummer 0 zugewiesen, der Rechner verwendet die Nummer sieben.

⁹DAT-Laufwerke werden als SCSI-Geräte angeboten und enthalten bis zu drei Prozessoren. Je einer wird für die SCSI-Schnittstelle, die Datenkompression und die Steuerung der Mechanik verwendet. Als Puffer wird bis zu 1MB Speicher auf dem Gerät verwendet.

2.4.4 Die IDE-Schnittstelle

Neben den SCSI-Festplatten gibt es als billigere Alternative IDE-Platten (*Integrated Drive Electronics*). Die Technologie basiert auf dem alten ISA-Bus und ist kostengünstig. Die Geschwindigkeit der Platten ist für die meisten Anwendungen ausreichend. Die Schnittstellenkarte stellt im wesentlichen die elektrische Verbindung zwischen der Plattenlogik und dem ISA-Bus her. Sie gilt daher als unintelligent. Es können in einem Rechner bis zu zwei IDE-Platten betrieben werden. IDE-Platten verwenden keinen Bus, sondern die zweite Platte wird an die erste Festplatte angeschlossen. Die Adressierung der Datenblöcke erfolgt über Sektornummer, Spurnummer und Kopfnummer.

Da die Anforderungen an Festplatten gestiegen sind, ist die IDE-Schnittstelle weiterentwickelt worden. Eine Weiterentwicklung heißt *Enhenced IDE* oder *EIDE*.

2.4.5 Die Grafikkarte

Lange Zeit war die Grafikkarte eine Baugruppe im Rechner, welche 80 mal 25 Buchstaben oder etwas Grafik auf einen Fernseher abbilden konnte. Die heutigen Grafikkarten sind sehr komplexe Karten mit eigenem Prozessor. Es gibt eine Fülle von verschiedenen Karten mit unterschiedlicher Ausstattung. Für technische Zeichnungen braucht man eine Karte mit hoher Auflösung. Um Objekte im Bildschirm zu bewegen, kann ein Prozessor auf der Grafikkarte helfen. Zur Textverarbeitung reicht eine einfache Grafikkarte. Will man große bunte Bilder von einer Photo-CD anzeigen, sollte die Anzahl der mögliche Farben hoch sein.

Da die Karten oft nicht im Standardmodus betrieben werden, ist es um so wichtiger, daß der Kartenhersteller oder das Betriebssystem Programmcode liefert, welcher die Karte optimal bedient. Dieses Programmstück genügt gewissen Vorgaben vom Betriebssystem und ist damit austauschbar, es wird *Treiber* genannt. Das Betriebssystem erfährt vom Treiber die Möglichkeiten der Karte und richtet sich mit seinen Wünschen an diesen Treiber. Mit den PC-Grafikkarten werden oft Treiber für MS-DOS, MS-Windows und OS/2 mitgeliefert. Andere Betriebssysteme enthalten den Programmcode für ausgewählte Karten.

Ein Fallbeispiel zur Datenrate: Bei 1280×1024 Punkten auf dem Bildschirm, ein Byte pro Pixel Farbinformation und 75 Herz Bildwiederholfrequenz ergibt sich eine Datenrate von 98MB/s. Da aber noch Zeit an den Bildrändern ungenutzt verstreicht, muß der Speicher der Grafikkarte schneller gelesen werden. Damit muß öfter als alle 10 Nanosekunden ein Byte gelesen werden. Neue Karten lesen je 8 Byte parallel aus dem Speicher, so daß der Speicher alle 80ns Daten liefern muß. Mit diesen Techniken kann nun kostengünstiger Speicher verwendet werden. Für Änderungen an der Grafik muß der Speicher natürlich zwischendurch geschrieben werden. Einfache Karten unterstützen daher nur Auflösungen bis 1024×768 Pixel.

2.5 Anwenderschnittstelle und Gerätetreiber

Es gibt in jedem Rechner zwei wichtige Begriffe: Die *Anwenderschnittstelle* und der *Gerätetreiber*. Der Begriff Anwenderschnittstelle kommt aus der PC-Welt. Die Idee ist die folgende:

Es gibt viele verschiedene Programme (Textverarbeitung, Adreßverwaltung, Tabellenkalkulation, ...) auf einem Rechner, welche auch *Anwendungsprogramme* genannt werden. Nach dem Start eines Programmes wird man oft zunächst eine Datei zur Bearbeitung in den Hauptspeicher laden. Dem Programm wird dazu der Dateiname übergeben. Die Datei kann ein Text auf einer Festplatte, Diskette, CD-ROM oder Wechselpalte sein. Da nicht jedes Programm den Programmcode für das Übertragen der Dateien in den Hauptspeicher enthalten sollte, enthält das Betriebssystem den notwendigen Programmcode. Dieser wird dann von allen Programmen über die Anwenderschnittstelle genutzt. Die Zuordnung vom Pfadnamen zum Gerät wird vom Betriebssystem vorgenommen.

Unter DOS beginnt der Dateiname mit einer Laufwerkskennung, welche das Gerät bezeichnet. Die Zuordnungen der Laufwerkskennungen zu den Geräten ist ein Teil der Systemeinstellungen. DOS ist die Abkürzung für *disk operating system*, was auf diese Funktionalität hindeutet.

Jedes Betriebssystem stellt also dem Programm Funktionen zur Verfügung, um zum einen den ordnungsgemäßen Betrieb zu gewährleisten, Systemeinstellungen zu verbergen und zum anderen Programmcode zu vereinfachen.

Das Betriebssystem selber muß nun für jeden Festplattenzugriff unterscheiden, ob es sich um eine kleine Festplatte, eine große Festplatte, eine Diskette, eine Wechselpalte oder vielleicht CD handelt. Hierzu wird für jedes Gerät eine Sammlung von Programmcode geladen, welche mindestens die Funktionen des Lesen eines Blockes und des Schreiben eines Blockes zur Verfügung stellen. Der Aufruf der Funktionen ist so standardisiert, daß die speziellen Eigenschaften des Gerätes für den Aufruf uninteressant sind. Die Sammlung dieser Funktionen wird *Gerätetreiber* oder kurz *Treiber* genannt. Mancher Treiber ist in einem PROM untergebracht, wie zum Beispiel die Treiber der Grafikkarte. Andere Treiber werden auf Diskette ausgeliefert, wie zum Beispiel für Netzwerkkarten und Soundblasterkarten.

Insgesamt erhält man damit den folgenden Aufbau:

Das Programm wendet sich mit seinen Anforderungen an die Anwenderschnittstelle des Betriebssystems, welches die Geräte mit Hilfe der Gerätetreiber bedient.

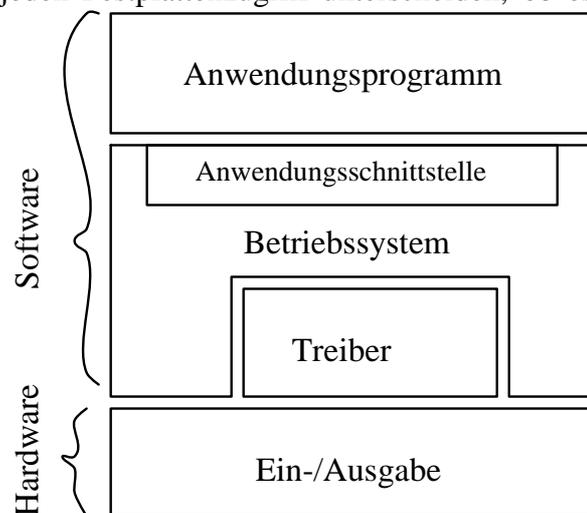


Abbildung 11: Systemschnittstellen

2.6 Aufgaben moderner Betriebssysteme

2.6.1 Multitasking

Es gibt einige Gründe, welche die gemeinsame Nutzung eines Rechners von mehreren Benutzern notwendig machen. Ein teurer Hochleistungsrechner für wissenschaftliche Berechnungen sollte möglichst gut ausgelastet sein. Datenbanken sind konzeptionell auf die zentrale Speicherung der Daten ausgerichtet welche von vielen Mitarbeitern verwendet werden. Zu jedem Zeitpunkt möchte jeder Benutzer eine Aufgabe mit Hilfe des Rechners lösen. Die Aufgaben, *Tasks*, werden nun vom Rechner so verarbeitet, als wäre für jeden Benutzer ein eigener Prozessor im Rechner. Das Betriebssystem teilt dazu den Prozessor für kurze Zeitintervalle den Benutzern zu. Man spricht von *Multitasking*. Der Programmcode ist so geschrieben, als würde das Programm den Prozessor für unbestimmte Zeit steuern. In Wahrheit wird dem Programm jedoch der Prozessor von Zeit zu Zeit weggenommen. Das Betriebssystem steuert mit Warteschlangen und Prioritäten die Zuteilung des Prozessors.

Wartet ein Programm auf die Eingaben vom Benutzer, welcher vielleicht Mittag essen ist, so wird der Prozessor für andere Benutzer frei. Das wartende Programm ist in der Warteschlange der blockierten Prozesse. Das Betriebssystem kontrolliert auch die Eingabe und läßt das Programm gegebenenfalls weiterlaufen.

MS-DOS unterstützt kein Multitasking. UNIX-Betriebssysteme und Großrechner sind multitaskingfähig.

2.6.2 Multiprocessing

Unter Multiprocessing versteht man die Verarbeitung der Programme mit mehreren Prozessoren. Dies ist natürlich nur mit Multitasking sinnvoll.

2.6.3 Mehrbenutzerbetrieb

Unter Windows können zwar mehrere Programme im Hauptspeicher liegen, jedoch kann immer nur ein Benutzer mit dem Rechner arbeiten. Unter Mehrbenutzerbetrieb können auch mehrere Benutzer über ein Netzwerk oder Terminals auf diesem Rechner Programme bedienen. Auf allen UNIX-Systemen sowie Großrechnern werden Netzwerkverbindungen, Terminalanbindungen und Mehrbenutzerbetrieb unterstützt.

2.6.4 Echtzeit-Betriebssystem

Werden Geräte mit einem Rechner gesteuert, so ist oft nicht die Geschwindigkeit der Verarbeitung entscheidend. Es muß oft vielmehr die Rechtzeitigkeit der Ergebnisse garantiert werden.

Unter einem *Echtzeit-Betriebssystem* (*engl. real time operating system*) versteht man ein Betriebssystem, welches auf Anforderungen von Geräten innerhalb vorgegebener Zeiten reagieren kann. Anforderungen können in diesem Falle auch Störungen und Fehlermeldungen

sein, auf welche reagiert werden muß. Für Motorsteuerungen werden in der Regel Echtzeitsysteme benötigt. Üblich Multitasking-Betriebssysteme können keine Antwortzeiten auf externe Anforderungen garantieren.¹⁰

2.6.5 Prozeßkommunikation

Möchten zwei Programme Daten austauschen, so wird der Kontakt über das Betriebssystem hergestellt. Als Kommunikationsbereich kann auf einigen Betriebssystemen gemeinsamer Hauptspeicher angefordert werden. Dieser dient dann als Kommunikationsbereich. Andere Betriebssysteme lassen die Versendung von Datenpaketen zwischen den Prozessen zu. Jeder Prozeß besorgt sich dafür ein Adresse (*engl. port number*) im Rechner. Manche Netzwerke unterstützen auch Duplex-Verbindung zwischen zwei Prozessen, bei denen in jeder Richtung ein Nachrichtenstrom aus Zeichen (je ein Byte) besteht.

Unter *Prozeßkommunikation* versteht man Nachrichtenaustausch zweier laufender Programme.

Diese Kommunikation findet auch über Rechnernetze statt. Jeder Rechner eines Netzes bekommt eine Netzwerkadresse zugewiesen. Z.B. erhält jeder Rechner im Internet eine eigene Nummer aus 32 Bit oder vier Byte.

Das Betriebssystem achtet darauf, daß keine Nachrichten verloren gehen und Nachrichten gegenüber anderen Programmen verborgen bleiben.

2.6.6 Drucker-Spooler

Möchten mehrere Benutzer drucken, so sollten die Dokumente nacheinander gedruckt werden. Die Druckaufträge werden also zunächst in eine Warteschlange übertragen. Auf solchen Rechnern läuft immer ein Programm, welches die Druckaufträge verwaltet und die Übertragung zu den Druckern steuert. Je nach Betriebssystem läuft für jeden Drucker ein eigenes Programm. Der Datenaustausch geschieht dann über Prozeßkommunikation.

2.6.7 Dateisperren

Auf Großrechnern können zwei Benutzer eine Datei in den Hauptspeicher laden, Änderungen vornehmen und unter einem anderem Namen als Datei ablegen. Wollen sie die Datei unter dem gleichen Namen ablegen, so kann es vorkommen, daß die Änderungen des Erstschreibenden durch das Schreiben des anderen Benutzers verloren gehen. Damit dies nicht

¹⁰Ein Betriebssystem mit virtueller Adressierung lagert bei Bedarf Programmcode und Daten aus dem Hauptspeicher auf ein externes Speichermedium aus. Bei einer Anforderung kann schon das zurückladen des Codes zu langsam sein. Bei Echtzeitsystemen kann daher z.B. das Verbleiben von bestimmtem zeitkritischem Code und Daten im Hauptspeicher vereinbart werden.

geschieht, können Dateien auf Großrechnern und einigen anderen Betriebssystemen für andere Benutzer gesperrt werden:

Der erste Benutzer lädt also die Datei in den Hauptspeicher und verlangt eine Sperre gegen Schreiben und Lesen anderer Benutzer. Die Datei erhält eine *Dateisperre*, engl. *file lock*. Der zweite Benutzer kann die Datei nicht in den Hauptspeicher laden, ihm wird die gleiche Sperre verweigert. Das Programm des zweiten Benutzers wird also das Laden beenden und den Benutzer auf die fehlende Sperre hinweisen. Man kann oft Dateien gegen Schreiben sperren und das Lesen anderer Benutzer zulassen.

Um größere Tabellen mit mehreren Mitarbeitern zu verändern sind Datenbanksysteme erzeugt worden. Diese kontrollieren die Operationen mit entsprechenden Sperren. Z.B. kann immer nur eine Buchung zu einer Zeit auf einem Konto durchgeführt werden. Jede Buchung besteht aus dem Lesen des Kontostandes, der Berechnung des neuen Kontostandes und dem Schreiben dieses Wertes in die Datenbank.

Die Möglichkeiten, Dateien zu sperren, hängen sehr vom Betriebssystem ab. Es sollte daher hier nur die Idee der Sperren vermittelt werden.

2.7 Konzepte der DV-Organisation und ihre Anwendungsbereiche

2.7.1 Großrechner

Großrechner zeichnen sich durch Konzepte aus, welche sich erheblich von denen des PCs unterscheiden. Schon mit der Rechenleistung heutiger PCs können über hundert Benutzer gleichzeitig an einem Großrechner arbeiten. Dazu werden Konzepte verwendet, welche den Prozessor bei der Arbeit weitgehend entlasten. Die Kommunikation mit Geräten verläuft über sogenannte Kanalprozessoren. Dies sind intelligente Baugruppen mit eigenem Prozessor. Die Kommunikation verläuft über Bereiche im Hauptspeicher.

Ein Großrechner verarbeitet die Programme im Mehrbenutzerbetrieb. Dabei verhält sich das Betriebssystem gegenüber dem Benutzer so, als würden die anderen Benutzer gerade auf anderen Rechnern arbeiten. Indem der Prozessor jedem Benutzer für kurze Zeitintervalle zugeteilt wird, werden alle Aufgaben langsam und scheinbar gleichzeitig bearbeitet. Man spricht von Multitasking, um anzudeuten daß mehrere Aufgaben scheinbar gleichzeitig bearbeitet werden.

An die Terminals werden weitgehend nur ganze Seiten mit Text gesendet, in welche die Benutzer Daten eintragen können. In dieser Zeit wird der Rechner nicht belastet. Solch eine Eingabeseite wird Bildschirmmaske genannt. Erst mit der Absenden der Maske nimmt der Rechner die Verarbeitung für diesen Benutzer wieder auf. Die Terminals sind in der Lage, die Eingaben gemäß den Feldern der Bildschirmseite zu steuern.

Alle Festplatten und Terminals sind über sogenannte Kanalprozessoren mit dem Großrechner verbunden, welche eigenständig Aufgaben wahrnehmen können. Der Prozessor eines Großrechners wird durch diese Technologien weitgehend entlastet.

Über Benutzerkennungen und Paßwörter wird der Zugriff auf die Daten auf der Festplatte, fremden Hauptspeicher und andere Geräte überwacht. Natürlich sind Großrechner netzwerkfähig und können extrem schnell Daten austauschen. In der Umgebung von Großrechnern findet man in der Regel extrem schnelle Drucker.

Merkmale eines Großrechners sind der zentrale Rechner, die vielen Arbeitsplätze und das Konzept der Kanalprozessoren

Auch auf anderen Rechnern findet man die Benutzerkontrolle mit Paßwörtern, mehr als 512MB Hauptspeicher, Multitasking und mehrere Prozessoren zur Verarbeitung mit extrem hoher Leistung.

Mit geeigneter Software und Verkabelung können PCs anstelle Großrechnerterminals eingesetzt werden. Leider stimmt die Tastatur des PCs nicht mit der des Großrechners überein. Besonders tückisch erweist sich die Tatsache, daß ein PC oft weniger Tasten hat.

2.7.2 PC-Netzwerk mit Fileserver

In vielen Firmen benutzt jeder Mitarbeiter eigene Dateien. Es bietet sich an, einen eigenen Rechner für die Speicherung der Dateien zu verwenden. Dieser wird *Fileserver*¹¹ genannt.

Ein *Fileserver* ist ein Rechner, dessen Festplatte — oder ein Teilbaum dieser Festplatte — auch von anderen Rechnern über das Rechnernetz genutzt werden kann. Es werden die Verarbeitungsschritte „Datei laden“ und „Datei schreiben“ unterstützt. Unter MS-DOS wird die Festplatte des Fileservers als Laufwerk unter einem weiteren Laufwerksbuchstaben zugänglich.

Diese Zugriffe werden speziell bei der Benutzung von Textverarbeitungsprogrammen und Tabellenkalkulationen genutzt. Oft wird auch die Software der Abteilung zentral auf den Fileserver installiert, so daß diese nur einmal Festplatteplatz in Anspruch nimmt. Neu Software ebenfalls auf diesem Wege bereitgestellt werden. Die Software des Fileserver bezieht in der Regel den Drucker ein, so daß dieser als Netzwerkdrucker betrieben wird.

Es ergeben sich durch den Fileserver folgende Vorteile:

- Die Mitarbeiter können über den zentralen PC Dateien austauschen.
- Die Datensicherung kann zentral durchgeführt werden.
- Die Softwareinstallation kann zentral durchgeführt werden. Software ist dann auf allen angeschlossenen PCs verfügbar.
- Der Drucker kann von allen Mitarbeitern benutzt werden.
- Der Festplattenplatz kann besser ausgenutzt werden.

Der Fileserver sollte leistungsfähig sein und eine intelligente Netzwerkkarte sowie einen intelligenten Festplattenadapter haben, welcher den Prozessor des Fileservers weitgehend entlastet.

2.7.3 Datenbanken

Es ergeben sich folgende Probleme beim Ändern von Daten: Jede Buchung auf ein Konto besteht aus den Operationen „Lesen des Kontostandes“, „Berechnung des neuen Kontostandes“ und „Schreiben des berechneten Kontostandes“. Wird dies gleichzeitig von zwei Mitarbeitern auf dem gleichen Konto durchgeführt, so starten beide Berechnungen mit dem gleichen Anfangskontostand. Nach den Berechnungen wird dann zweimal geschrieben, wobei eine Buchung verloren geht.

¹¹Fileserver und Datenbankserver sollten nicht verwechselt werden. Diese unterscheiden sich in ihrer Funktionalität und ihren Einsatzbereichen. So verwendet man Fileserver bei vernetzter Textverarbeitung und Tabellenkalkulation, Datenbanken bei Buchhaltungssystemen und Lagerverwaltungssystemen.

erste Buchung	zweite Buchung	Kontostand
Lese Konto		DM 100
<i>Gelesen: DM 100</i>		DM 100
	Lese Konto	DM 100
	<i>Gelesen: DM 100</i>	DM 100
Addiere DM 50		DM 100
<i>Berechnet: DM 150</i>		DM 100
	Addiere DM 70	DM 100
	<i>Berechnet: DM 170</i>	DM 100
Schreibe Konto		DM 150
	Schreibe Konto	DM 170

Erwarteter Kontostand nach den Buchungen: DM 220.

Um die Konflikte zu lösen werden die Buchungen von der Datenbank serialisiert. Veränderungen und Abfragen einer Datenbank werden *Transaktion* genannt, die Buchungen aus dem Beispiel sind spezielle Transaktionen.

Unter *Serialisierung* versteht man die Technik, Transaktionen so zu verarbeiten, als würden sie nacheinander durchgeführt.

Die Operationen werden also so vorgenommen, als würden alle Buchungen nacheinander durchgeführt – als eine Serie von Buchungen. Auf der einen Seite verhindert die Datenbank Zugriffe wie oben geschildert, sie muß aber auf der anderen Seite gleichzeitiges Arbeiten an unterschiedlichen Konten ermöglichen.

Es würde zuweit führen, hier die Komplexität der Probleme beim Datenbankzugriff im einzelnen zu schildern. Deutlich wird die Komplexität der Datenbanktechnologie auch mit einem Blick auf die Softwarehersteller. Es gibt einige Firmen, welche sich auf die Herstellung von Datenbanksoftware spezialisiert haben und gleichzeitig mit großen Umsätzen weltweit tätig sind.

Um die Serialisierung durchführen zu können, ist die Information über alle zur Zeit in Bearbeitung befindlichen Transaktionen nötig, daher kann die Datenbank nicht auf zwei Rechner verteilt werden.¹² Der Rechner, welcher die Daten und die Software bereithält wird *Datenbankserver* genannt.

Die Daten einer Datenbank liegen in vielen Dateien, in einer Datei oder belegen eine Festplatte, welche nicht vom Betriebssystem sondern direkt durch die Datenbanksoftware verwaltet wird. Nicht angesprochen wurden hier die komplexen Mechanismen zur Kontrolle der Zugriffsberechtigungen. Bei guten Datenbanken kann genau gesteuert werden, welche Daten für welche Mitarbeiter sichtbar sind und wer diese ändern darf.

¹²Es wird derzeit an der Verteilung von Datenbanken geforscht.

2.7.4 Client/Server-Computing

Lange Zeit konnten PC's nicht vernetzt werden. Damit viele Mitarbeiter einer Firma mit einer Datenbank arbeiten konnten wurde lange Zeit ein zentraler Rechner mit Terminals installiert. Bei großen Systemen war dies ein Großrechner, in kleineren Betrieben wurde sogenannte mittlere Datentechnik mit Mehrplatzsystemen eingesetzt. In diesen Fällen enthielt der zentrale Rechner die Anwendungssoftware für die Mitarbeiter und das Datenbanksystem. Eine grafische Benutzeroberfläche war mit den entsprechenden Terminal nicht möglich.

Um auf dem Arbeitsplatz eine grafische Benutzeroberfläche zu bieten wird entsprechende Software und Rechenleistung benötigt. Um den Datenbankrechner nicht unnötig mit der Erzeugung grafischer Benutzeroberflächen zu belasten, dem Anwender aber eine ansprechende Oberfläche zu bieten, werden die Funktionen auf mehrere Rechner verteilt. Über Prozeßkommunikation kann ein Anwendungsprogramm auf die Datenbank zugreifen. Der Rechner mit der Anwendungssoftware, der *Anwendungsrechner*, ist dann *Client* des Datenbankservers. Der Benutzer sitzt dann am Anwendungsrechner oder ist mit einem Terminal mit dem Anwendungsrechner verbunden. Der Anwendungsrechner kann ein PC oder auch ein UNIX-Rechner sein.

Ist der Anwendungsrechner ein UNIX-System, so kann der Benutzer an einem grafischen Terminal arbeiten. Der Anwendungsrechner wird dann auch *Anwendungsserver* genannt. Das Anwendungsprogramm ist dann Client der Datenbank und des Terminals, es steuert den gesamten Ablauf. Hoffnungen, mit dem Umstieg von Großrechnern auf Client-Server-Lösungen Kosten zu sparen, haben sich nicht immer erfüllt.

UNIX unterstützt mit X-Window eine netzwerkfähige grafische Oberfläche. Unter einem *X-Terminal* versteht man einen Arbeitsplatz, welcher die grafische Oberfläche eines UNIX-Rechners über das Netz zur Verfügung stellt. Ein Benutzer kann damit seine Programme auf einem oder mehreren UNIX-Rechnern grafisch steuern, die Fenster der Anwendungen werden auf dem X-Terminal dargestellt. Unter Sicherheitsaspekten ist ein X-Terminal dem PC vorzuziehen, da es kein Diskettenlaufwerk enthält. Daten können also nicht von den Mitarbeitern auf Diskette oder anderen Datenträgern entwendet werden. Da nur der Systemadministrator Systemänderungen vornehmen kann, sind UNIX-Systeme mit X-Terminals sehr stabil. Die Installation von X-Terminals ist wesentlich einfacher und schneller als eine MS-DOS-Installation.



Abbildung 12: X-Terminal

Dem UNIX-Betriebssystem ist Windows NT von Microsoft in vielen Punkten verwandt. Rechner mit Windows NT haben sich als Datenbankserver oder Anwendungsserver noch nicht durchsetzen können.

Gerade bei Netzwerken muß der Aufwand für die Wartung der Systeme berücksichtigt werden. Großrechner können zentral gewartet werden. PCs gelten als störanfällig und entziehen sich oft einer Ferndiagnose. UNIX-Workstations können über das Netzwerk bedient

werden, viele Softwarefehler können so schnell erkannt und neue Software installiert werden.

Die grafische Benutzeroberfläche mit Hilfe eines PCs zu verwirklichen, ist dann sinnvoll, wenn am Arbeitsplatz auch PC-Software benutzt werden muß. UNIX-Rechner haben heute auf ihrem Bildschirm eine grafische Benutzeroberfläche, welche X-Windows genannt wird. Über ein Netzwerk können X-Terminals angeschlossen werden, welche sich genau wie der Bildschirm am Rechner verhalten. Installierte Software steht damit gleich jedem Benutzer zur Verfügung. X-Terminals sind weniger aufwendig in der Wartung, aufgrund der Komplexität des UNIX-Rechners muß jedoch mit erhöhten Schulungskosten für das Personal des Wartungsdienstes gerechnet werden. Es ist oft schwer die kostengünstigste Lösung zu ermitteln. An X-Terminals kann je nach Konfiguration ein UNIX-Rechner interaktiv ausgewählt werden, an dem mit Hilfe des Terminals gearbeitet werden soll. Dies ist für Fernwartung eine interessante Eigenschaft. Auch PCs können mit geeigneter Software X-Terminals nachbilden, *emulieren*.

Ein Netzwerk mit Workstations, PCs und einem Großrechner ist in Abbildung 13 zu sehen. Da verschiedene Systeme vernetzt sind, wird das Netz *heterogen* genannt. Alle oben beschriebenen Konzepte können hier verwirklicht werden.

Literatur

- [Han92] Hans Robert Hansen. *Wirtschaftsinformatik I*. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, 6. Auflage, 1992.
- [Sta93] Prof. Dr. Peter Stahlknecht. *Einführung in die Wirtschaftsinformatik*. Springer, Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo, 6. Auflage, 1993.

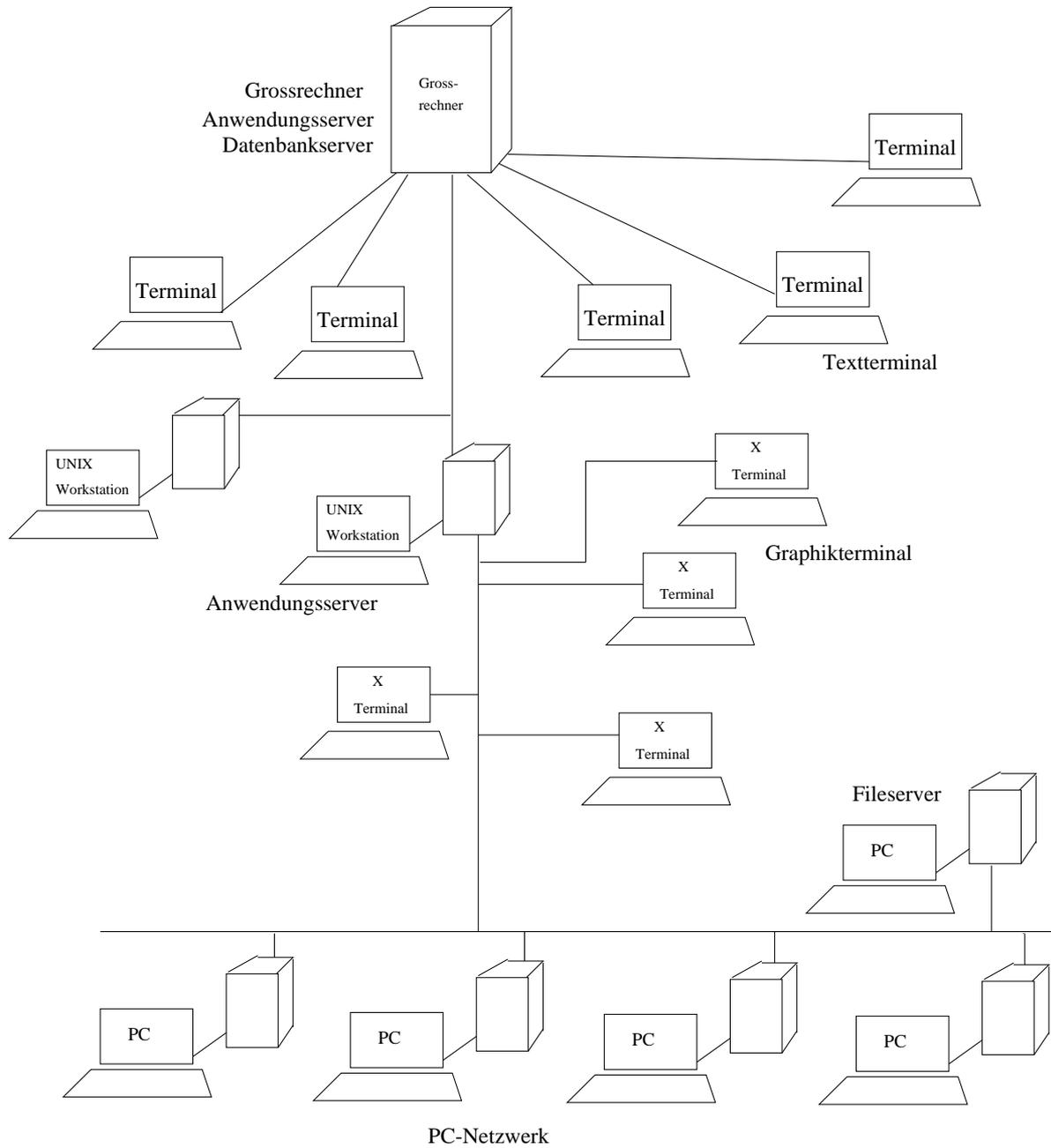


Abbildung 13: Heterogenes Netzwerk

Index

- Übertrag, 17
- Adresbus, 9
- Adressen, 8
- Ami-Pro, 6
- Anwenderschnittstelle, 34
- Anwendungsprogramm, 34
- Anwendungsserver, 41
- Anwendungssoftware, 5
- ASCII, 16
- Baud, 31
- Belegung, 8
- Betriebssystem, 7
- Betriebssystemsoftware, 5
- BIOS, 14
- Boot-PROM, 14
- booten, 14
- Bus, 29
- Cache, 10
 - First Level, 10
 - Second Level, 10
- Client, 41
- COBOL, 19
- Codierung, 8
- Datei, 11
- Dateibaum, 12
 - Wurzel von, 12
- Dateimanager, 15
- Dateisperre, 37
- Dateisystem, 12
- Datenbankserver, 40
- Datenbus, 9
- Datenkompression, 20
- dpi, 27
- Druckertrieber, 28
- EBCDIC, 16
- Echtzeit-Betriebssystem, 35
- EISA, 29
- Emulation, 42
- EPROM, 14
- Erweiterungsbus, 29
- EVA, 5
- EVA-Prinzip, 5
- Fileserver, 32, 39
- Gerätetreiber, 34
- Hardware, 5
- Hauptspeicher, 7
- Informationstechnologie, 4
- ISA, 29
- MCA, 29
- MS-DOS, 7
- Netzwerk
 - heterogen, 42
- OS/2, 7
- OSF MOTIV, 15
- Parität, 20
- Paritätsbit, 20
- PC, 5
- PCI, 29
- Personal-Computer, 5
- Positionierung, 22
- Positionierzeit
 - mittlere, 22
- Programmzähler, 9
- PROM, 9, 13
- Protokoll, 29
- Prozesskommunikation, 36
- Prozessor, 6

RAID, 24
RAM, 9, 13
Redundanz, 19
Register, 9
ROM, 9, 13

Sektor, 22
Serialisierung, 40
Shutdown, 14
Software, 5
Speicher, 6
Speicherbus, 9
Sprungadresse, 9
Spur, 22
Steckplatz, 29
Steuerbus, 9
Systemsoftware, 5

Takt, 10
tar, 27
Textverarbeitungsprogramm, 6
Transaktion, 40
Treiber, 33, 34

VESA-Local-Bus, 29

Word, 6
Word-Perfect, 6
WORM, 26

X-Terminal, 41

Zentraleinheit, 6
Zylinder, 22