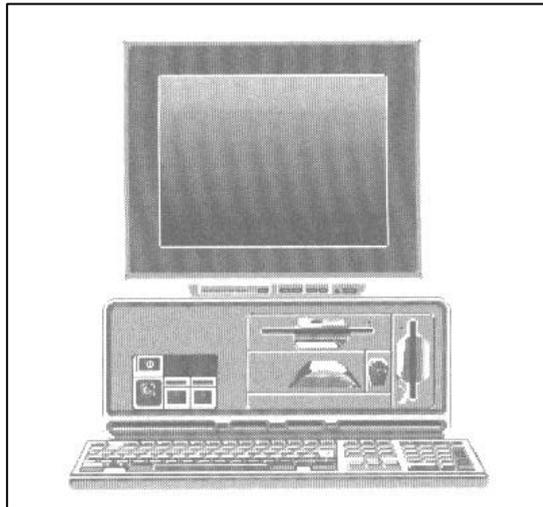


1. Der PC-Arbeitsplatz - Bestandteile einer PC-Umgebung

1.1. Der Desktop-PC

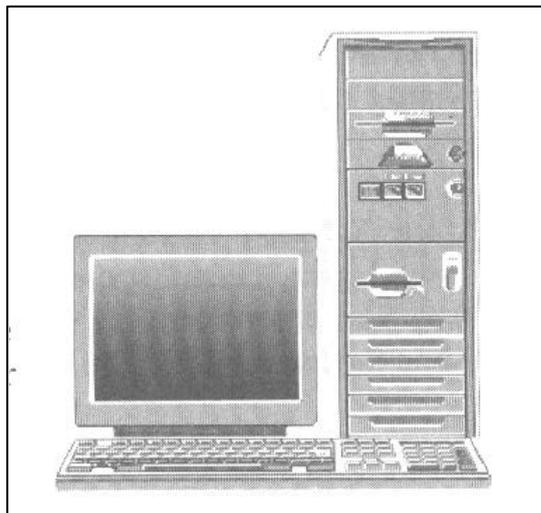
Der Desktop-PC ist ein Auf-Tisch-Modell. Der Monitor steht auf dem Rechnergehäuse, davor die Tastatur, rechts daneben, auf einem s.g. Mauspad, die Zwei- oder Dreitasten-Maus und in Reichweite der Drucker.



1.2. Der Tower-PC

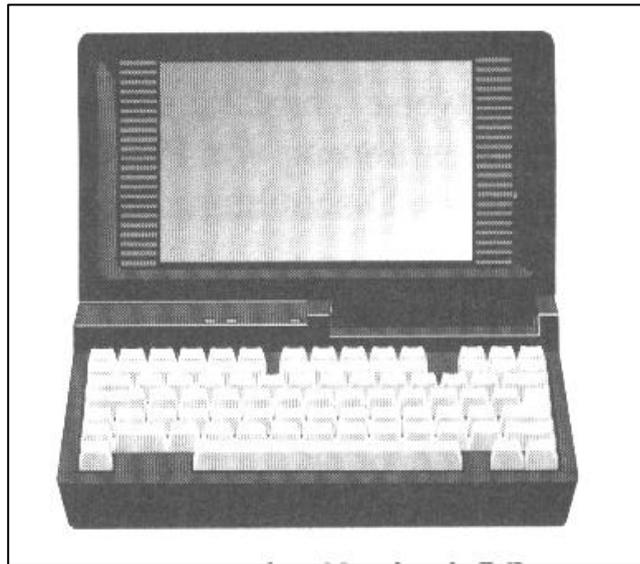
Der Tower-PC ist ein Standmodell, bei dem das große Rechnergehäuse (Tower) neben dem Arbeitsplatz auf dem Boden steht. Er ist sehr großzügig dimensioniert und bietet damit viel Raum für zusätzlichen Arbeitsspeicher, mehrere Grafikkarten, Laufwerke, Festplatten, Schnittstellen, Netzwerkkarten, Video- und Bildbearbeitungsboards, Akustikboards, Speichermedien und Peripherieanschlüsse.

Eine Version der Tower-Gehäuse ist der Baby-Tower. Diese Rechner sind nicht größer als Desktop-Modelle, bieten aber mehr Möglichkeiten, ebenfalls senkrecht auf den Boden oder auf den Arbeitsplatz gestellt zu werden.



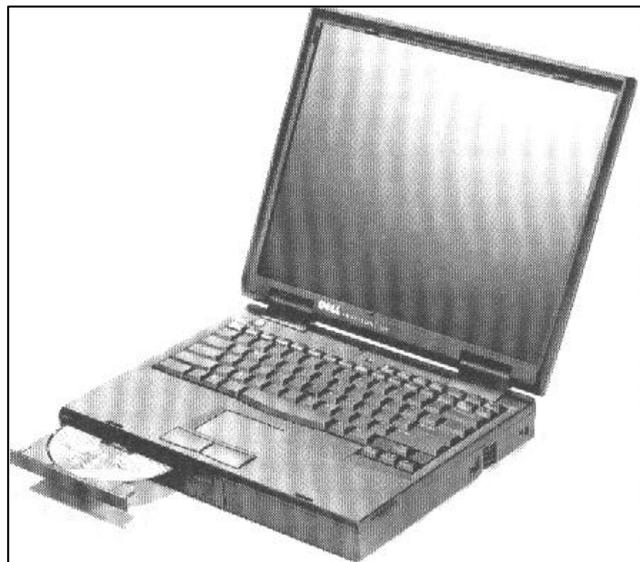
1.3. Der Laptop

Laptop's sind portable Rechner, sie sind also unabhängig vom Stromnetz. Über Akkus kann der Rechner mehrere Stunden in Betrieb gehalten werden. Voraussetzung dafür sind natürlich stromsparende Bauteile. Dazu gehören nicht nur der Mikroprozessor und die Speicherbausteine, sondern auch die externen Speichereinheiten (Disketten, Festplatten und CD-ROMs, ggf. Drucker). Als Monitor benutzt man inzwischen flache LCD-Displays (Flüssigkristall-Displays; ca. 20% Energieverbrauch eines normalen Monitors).



1.4. Das Notebook

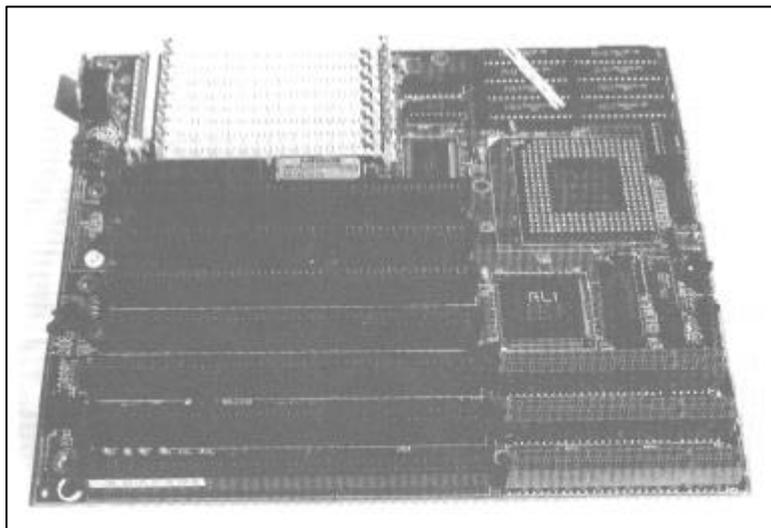
Die Laptop's werden immer kleiner. Inzwischen erreichen diese Geräte die Größe von DIN A4-Kladden. Entsprechend werden sie als Notebook-PCs bezeichnet.



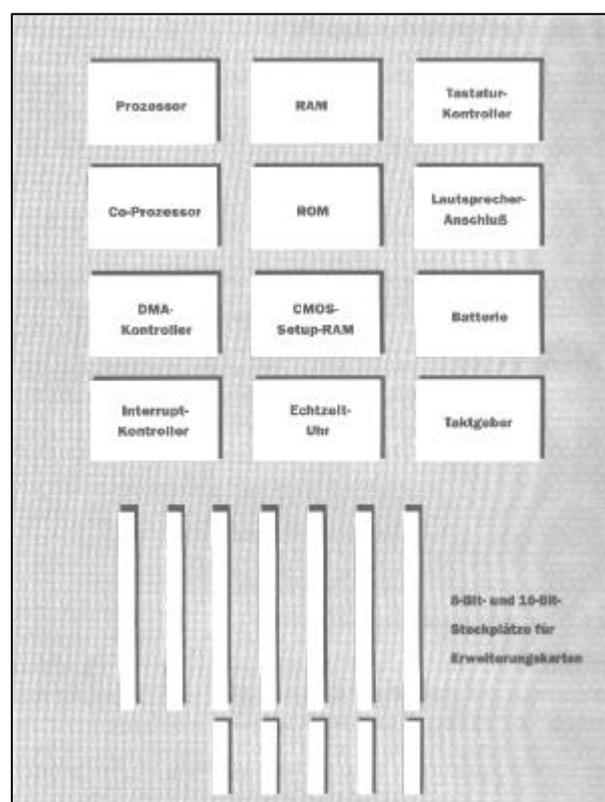
2. Die wichtigsten Bauelemente der Teilsysteme eines PCs

2.1. Die Zentraleinheit

2.1.1. Die Hauptplatine (Main- oder Motherboard)



Schematischer Aufbau:



Werfen wir einen ersten Blick auf die wichtigsten Bauteile, die auf der Hauptplatine installiert sind:

- ⇒ der Mikroprozessor **CPU** (**C**entral-**P**rocessing-**U**nit) als zentrale Verarbeitungseinheit, auf dem das Rechenwerk und das Steuerwerk integriert sind (8088 ...Pentium/80586)
- ⇒ ggf. zusätzlicher Sockel (Aufnahmevorrichtung für einen IC) für einen CO-Prozessor bzw. einen **ZIF-Sockel** (**Z**ero-**I**nput-**F**orce: Entfernung eines Prozessors aus dem Sockel ohne Kraftaufwand) für die nachträgliche Implementierung eines höherwertigeren Prozessors.
- ⇒ Festwertspeicher **ROM** (**R**ead-**O**nly-**M**emory) für den Systemstart, Test und **BIOS** (**B**asic-**I**nput-**O**utput-**S**ystem)
- ⇒ **RAM** - Bausteine (**R**andom-**A**ccess-**M**emory) für den Hauptspeicher
- ⇒ **DMA-Controller** (**D**irect-**M**emory-**A**ccess). Er hat, ähnlich wie die CPU, einen direkten Speicherzugriff und kann dort Daten lesen und ablegen.
- ⇒ **Interrupt-Controller** unterbricht die Arbeit der CPU und gibt anderen Routinen den Abarbeitungsvorzug (z.B.: Bewegung des Mauspeils)
- ⇒ Batteriegepuffertes **CMOS-RAM** zur Veränderung oder Grundkonfiguration der Grundeinstellung des PCs (Erstellung der Konfigurationstabelle)
- ⇒ Quarze für die Taktgeber
- ⇒ Anschlüsse für die Tastatur und Lautsprecher
- ⇒ das externe Bussystem, den Steckplätzen (Slots) zur Aufnahme der relevanten Baugruppen (Grafikkarten, Controller, Schnittstellen, Soundkarte, Digitalisierungsboards, Netzwerkkarten und sonstige Erweiterungskarten, mit einer Busbreite von entweder 8 oder 16 Bit)
- ⇒ der **Opti-Chipsatz** (oder andere) zur Steuerung und Kontrolle des Systems (Helfen der CPU beim Zugriff auf den Arbeitsspeicher und der Daten- und Adressorganisation)
- ⇒ externes Bussystem für Daten und Adressen

⇒ der Cache-Speicher

2.1.2. Das Netzteil und die Belüftung

2.1.3. **Externe Speichermedien** wie zum Beispiel Diskettenlaufwerke, Bandlaufwerke zur Datensicherung, Festplatten als Massenspeicher, CD-ROMs als Datenbibliotheken

2.1.4. **Die Schnittstellen** als die Verbindungsstellen zwischen Innen- und Außenkommunikation

2.2. Die Tastatur

Stellt die Kommunikation zwischen Operator und Maschine her. Hier gibt es z.Z. die zweite Auflage der IBM-Multifunktions-Tastatur (MF2-Tastatur). Sie besitzt 102 Tasten und zeichnet sich gegenüber der Vorgängerin u.a. durch einen getrennten Cursor- /Nummernblock aus. Die qualitativ hochwertigste Tastatur dieser Generation ist die *Cherry-Tastatur* (Firma Cherry) mit prellfreien und hörbaren Tastenklick.

2.3. Die Maus

Dient der Vereinfachung der Kommunikation bei der heute gebräuchlichen Anwendung der „Window-Technik“ an Benutzeroberflächen. Mit dem Mauszeiger werden komplexe Vorgänge (Makros) im PC ausgelöst, die mit umfangreichen Routinen den Anwender entlasten.

2.4. Der Drucker

Je nach Anwendungen und Geldbeutel stehen folgende Druckwerkzeuge zur Verfügung:

- Matrixdrucker
- Thermodrucker
- Typenraddrucker
- Plotter
- Tintenstrahldrucker
- Laserdrucker

(Dazu später mehr!)

2.5. Der Monitor

Dient der visuellen Kommunikation zwischen Rechner und Anwender. Entscheidend dabei ist ein weitgehend ermüdungsfreies Arbeiten. Zu den wichtigsten Merkmalen, wie Horizontalfrequenz, Bildwiederholfrequenz, Lochmaskenabstand, Auflösung und Grafikstandard, Strahlungsarmut, Bild diagonale, Interlaced/Noninterlaced, Flimmerfreiheit, etc., werden wir zu einem späteren Zeitpunkt kommen.

3. Die Teilsysteme eines PCs

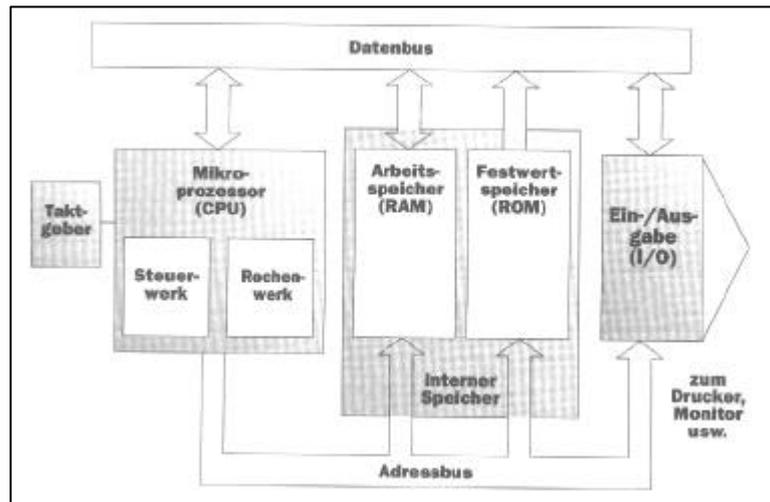
Moderne Computer bestehen im wesentlichen aus 4 Teilsystemen, die zusammen die Zentraleinheit bilden:



Nur durch das geordnete Zusammenwirken dieser 4 Komponenten sind die enormen Leistungen eines Computers möglich. Die Verschiebung der eingehenden Daten geschieht im **Rechenwerk**. Heute gehören Rechengeschwindigkeiten von zig Millionen Operationen pro Sekunde zum Standard. Eine derart hohe Rechengeschwindigkeit setzt voraus, daß die Daten dem Rechenwerk entsprechend schnell bereitgestellt werden. Deshalb benutzt man einen **Arbeitsspeicher** (RAM), in dem die zu verarbeitenden Daten abgelegt werden. Das Rechenwerk kann jederzeit auf diese Daten zugreifen, sie verarbeiten und die Ergebnisse wieder im Arbeitsspeicher ablegen.

Moderne Computer arbeiten mit Programmen, die eine Vielzahl von Befehlen enthalten. Das **Steuerwerk** hat die Aufgabe, die Befehle zu verstehen und die Ausführungen zu steuern. Es regelt die Zusammenarbeit von Rechenwerk und Arbeitsspeicher. Weiterhin arbeitet es mit der Ein- und Ausgabesteuerung zusammen und koordiniert damit den Datenaustausch mit der Außenwelt über Ein- und Ausgabegeräte. Das **Rechenwerk** und das **Steuerwerk** sind Bestandteile des Prozessors.

Nachstehend erkennt man das Zusammenspiel in dieser Zentraleinheit:



Der Bus (oder das Bussystem) verbindet die Teilsysteme miteinander.

3.1. Das Rechenwerk

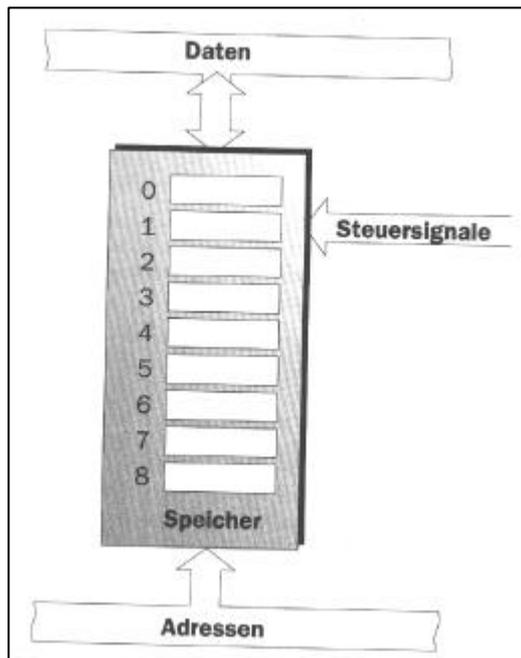
Zu verrechnende Daten werden im Rechenwerk verarbeitet. Sie werden in kleinen, besonders schnellen Speichern innerhalb des Prozessors, den **Registern**, abgelegt. Alle im Rechenwerk durchgeführten Grundrechenarten lassen sich auf die Addition zurückführen. Die Subtraktion besteht aus der Addition negativer Zahlen, die Multiplikation ist eigentlich eine Vereinfachung der Addition ($5+5+5+5+5 = 5 \cdot 5$) und die Division ist die Umkehrung der Multiplikation usw.. Spezielle Unterprogramme lösen diese Operationen.

3.2. Das Steuerwerk

Das Steuerwerk hat die Aufgabe, das Zusammenspiel von Rechenwerk und Arbeitsspeicher zu steuern. Auch das Steuerwerk besitzt einen kleinen, besonders schnellen Speicher, das **Befehlsregister**. In diesen Registern werden die einzelnen Programme nacheinander aus dem Arbeitsspeicher eingegeben und festgehalten. Das Steuerwerk gibt entsprechend dem aktuellen Befehl Steuersignale an das Rechenwerk und den Arbeitsspeicher, um Daten aus dem Speicher in das Rechenwerk zu übertragen. Die Daten werden im Rechenwerk verarbeitet und das Ergebnis wird wieder im Arbeitsspeicher abgelegt. Über Steuersignale an die Eingabe-/Ausgabesteuerung wird die Kommunikation mit den anderen Geräten koordiniert.

3.3. Der Arbeitsspeicher

Der Arbeitsspeicher dient zum Ablegen der Daten und Programmbefehle, die im Prozessor verarbeitet werden sollen. Er lässt sich mit einem großen Regal mit vielen Fächern vergleichen. Jedes dieser Fächer besitzt eine Nummer (Adresse), wodurch es eindeutig von den anderen Fächern zu unterscheiden ist. In jedem dieser Fächer lassen sich Informationen ablegen.



Im Arbeitsspeicher eines PCs werden diese Fächer als Speicherzellen bezeichnet. Sie haben eine Informationsbreite von 8 **Bit** (**binär digit**), das entspricht der Größe von einem **Byte**. Die Numerierung der Fächer entspricht den s.g. Adressen der einzelnen Speicherzellen.

Um den Arbeitsplatz sinnvoll nutzen zu können, muß er über drei Eingänge verfügen:

- ⇒ einen zum Ein- und Auslesen der Daten
- ⇒ einen um diesen Vorgang zu steuern
- ⇒ den dritten für die Eingabe der Adressen, die angeben, wo die Daten abgelegt oder gelesen werden sollen.

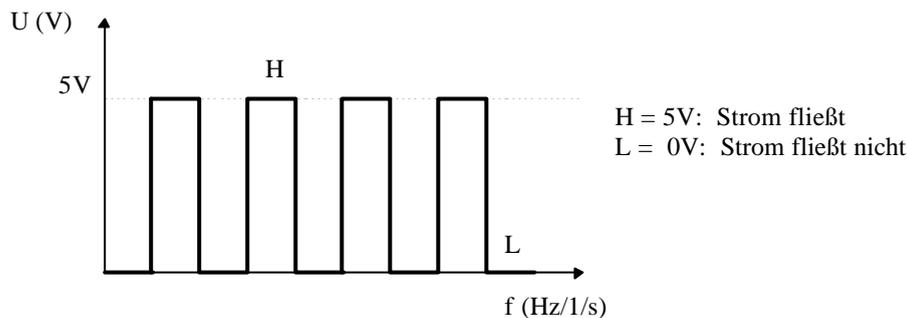
3.4. Die Ein- und Ausgabesteuerung

Die w.o. beschriebenen Teilsysteme sind sehr wichtig für die Verarbeitung von Daten. Die zu verarbeitenden Daten müssen jedoch zuvor in den Rechner eingegeben werden und die fertigen Ergebnisse sollen nach der Verarbeitung dem Benutzer (User) zugänglich sein. Die Ein- und Ausgabe von Daten wird durch die **Ein- und Ausgabesteuerung** geregelt. Sie ermöglicht die Verbindung zwischen dem Rechner und dem Anwender. Als mögliche Kontaktstellen sind folgende Geräte wichtig:

- ⇒ die Tastatur als Eingabeeinheit
- ⇒ die seriellen und parallele Schnittstellen (Maus- und Druckeranschlüsse)
- ⇒ der Plattencontroller (Festplatten, Disketten- und ROM-Laufwerke, ...)

3.5. Der Taktgeber

Innerhalb des Computers werden Informationen in Form von elektrischen Strömen über die Busleitungen von Grundeinheit zu Grundeinheit transportiert. Dieser elektrische Strom fließt nicht gleichmäßig, sondern wird vom **Taktgeber** in einzelne Stromimpulse zerlegt:



Wichtig für den Informationsaustausch ist dabei die Tatsache, ob Strom fließt (**H:High**) oder nicht (**L:Low**). Der Rechner kann nur diese zwei (binär) Zustände interpretieren.

Demzufolge werden die Informationen intern **binär** verschlüsselt (Binärcode). Der Binärcode kommt mit zwei Zeichen (Zuständen) aus:

schaltalgebraisch mit $H=1$ und $L=0$ (weiter unten etwas genauer !).

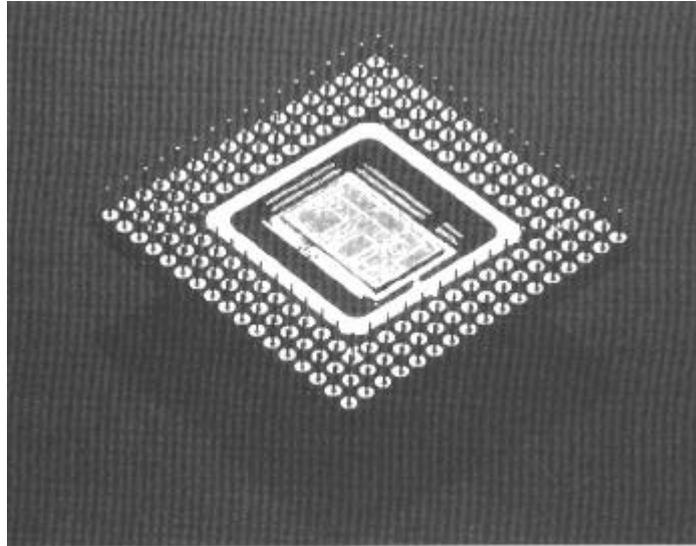
Der Informationsaustausch zwischen den einzelnen Stationen der Verarbeitung wird durch diesen periodischen Takt (z.B.: $33 \text{ MHz} = 33 \text{ Millionen Impulse pro Sekunde} \Rightarrow$: Frequenz) angetrieben, den **Grundtakt** des Prozessors. Der Grundtakt eines Prozessors wird durch einen Schwingquarz bestimmt, der durch einen elektrischen Strom zum Schwingen angeregt wird und eine jeweilige konstante Eigenfrequenz entwickelt.

3.6. Das Bussystem

Bei der Beschreibung von Rechenwerk, Steuerwerk und Arbeitsspeicher sah man, daß verschiedene Informationen zwischen diesen Teilsystemen hin und her transportiert werden. Dieser Transport erfolgt über Leitungen, die alle Systeme der Zentraleinheit miteinander verbinden. Diese Leitungen werden **Bus** oder **Bussystem** genannt. Der **Datenbus** leitet die zu verarbeitenden Daten zwischen den Teilsystemen des Prozessors und dem Arbeitsspeicher weiter. Auf dem **Adreßbus** wird die Adresse, an der eine bestimmte Information geschrieben oder gelesen werden soll, angegeben. Dabei kann der Prozessor als Adresse entweder eine Speicherzelle im Arbeitsspeicher (RAM) - oder Festplattenspeicher angeben oder ein Eingabe-/Ausgabegerät wie z.B. die Grafikkarte. Über ein drittes Bussystem, den **Steuerbus**, kann der Prozessor angeben, ob an dem adressierten Gerät oder der Speicherzelle Daten gelesen oder geschrieben werden sollen.

Das Bussystem eines PCs läßt sich des weiteren in einen **internen** und **externen Bus** (innerhalb des Prozessors oder außerhalb des Prozessors) einteilen. Die internen Leitungen des Prozessors sind über kleine Beinchen (Pins), die aus dem Prozessorgehäuse herausragen, mit

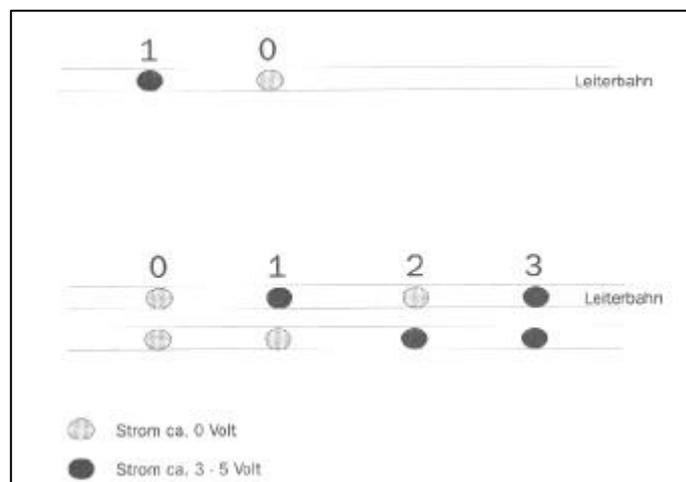
dem externen Bus auf der Hauptplatine verbunden. Je nach Prozessortyp und Generation (8088 ... 80586) stehen zwischen 20 bis 32 Leitungen für den Adreßbus und zwischen 8 bis 64 Leitungen für den Datenbus zur Verfügung.



4. Codierung von Informationen

Der Daten- und der Adreßbus bestehen aus mehreren parallel liegenden Leiterbahnen. Hierüber werden die o.g. kurzen Stromimpulse (verschlüsselte Informationen) geleitet, die in ihrem Zustand (H oder L) variieren. Liegt auf einer Leiterbahn Null-Spannung, wird es als 0 (Low) interpretiert, beträgt hingegen die Spannung ca. 5 Volt (CMOS-Technologie), interpretiert der Prozessor dieses Signal als 1 (High).

Über eine Leiterbahn kann also immer nur eine Informationseinheit (1 oder 0 : 2^1 - Möglichkeiten; 1 Bit) transportiert werden. Bei 2 Leiterbahnen ergeben sich schon $4=2^2$ verschiedene Kombinationsmöglichkeiten.



Erhöht man die Zahl der Leiterbahnen auf 8 (8-Bit-Leitung), ergeben sich schon $2^8=256$ verschiedene Informationseinheiten (Codiermöglichkeiten). **8 Bit** faßt man zu **einem Byte** zusammen, mit dem man z.B. die Zahlen 0 bis 255 codieren kann. Über einen 8-Bit-Datenbus können also Zahlen von 0 bis 255 transportiert werden und über einen 8-Bit breiten Adreßbus lassen sich 256 Speicherzellen adressieren. Mit zusätzlichen Leiterbahnen steigt die Anzahl der Codiermöglichkeiten exponentiell rasant an. Bei z.B. 16 Leitungen ergeben sich $2^{16} = 65.536$ und bei 64 Leiterbahnen ergeben sich dann $2^{64} = 1,844 \dots \cdot 10^{19}$, das entspricht 18,44 .. Trillionen Codiermöglichkeiten (Informationseinheiten).

Mit z.B. einem 32 Bit (80386) breiten Adreßbus lassen sich $2^{32} = 4.294.967.296$ Speicherzellen adressieren (4 Gbyte; **Giga**), wenn man davon ausgeht, daß jede Speicherzelle 1 Byte groß ist.

Genauer: 1024 Byte $\hat{=}$ 1 Kbyte (**Kilo**: Tausend)

1024 Kbyte $\hat{=}$ 1 Mbyte (**Mega**: Million)

1024 Mbyte $\hat{=}$ 1 Gbyte (**Giga**: Milliarde)

usw.

Also: 4.294.967.296 Adressen (je 1Byte Speicherzelle mit 8 Bit)

$\hat{=}$ 4.194.304 Kbyte

$\hat{=}$ 4.096 Mbyte

$\hat{=}$ 4 Gbyte (also von Stufe zu Stufe Division mit 1024 !)

Exkurs: Dezimal-, Dual- und Hexadezimal-System und die daraus resultierenden Codiermöglichkeiten

Zur Erinnerung:

1. Unser Zahlensystem

Unser Zahlensystem (Dezimalsystem mit 10 Zeichen: 0 ... 9) ist ein Stellenwertsystem mit der Basis 10.

Beispiel 1: Darstellung der Zahl 243

$$2 \cdot 10^2 + 4 \cdot 10^1 + 3 \cdot 10^0 = 200 + 40 + 3 = 243$$

2. Das Dualsystem

Das Dualsystem (Binärsystem mit nur 2 Zeichen: 1 und 0) ist ebenfalls ein Stellenwertsystem mit der Basis 2.

Beispiel 2: Darstellung der Dezimalzahl 243 als Dualzahl

$$1 \cdot 2^7 + 1 \cdot 2^6 + 1 \cdot 2^5 + 1 \cdot 2^4 + 0 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = \\ 128 + 64 + 32 + 16 + 0 + 0 + 2 + 1 = 243$$

$$\Rightarrow: 243_{\text{dezimal}} \hat{=} 11110011_{\text{binär}} \text{ (8 Stellen gegenüber 3 Stellen !)}$$

3. Das Hexadezimalsystem

Das Hexadezimalsystem (Zahlensystem mit 16 Zeichen: 0 ... 9, A ... F) ist ebenfalls ein Stellenwertsystem mit der Basis 16. Dabei repräsentieren die Buchstaben A ... F die Dezimalzahlen 10 ... 15.

Beispiel 3: Darstellung der Zahl 243 als Hexadezimalzahl

$$F \cdot 16^1 + 3 \cdot 16^0 = 240 + 3 = 243$$

$$\Rightarrow: 243_{\text{dezimal}} \hat{=} F3_{\text{hexadezimal}} \text{ (2 Stellen gegenüber 3 Stellen !)}$$

Daß man sich dem Dualsystem bedienen muß, liegt in der Tatsache begründet, daß eine Maschine nur zwei Zustände erkennen und verarbeiten kann, die Spannungszustände 0 und 1. Aber weswegen führt man dann noch ein weiteres System mit 16 Stellen ein? Natürlich läßt sich auch dafür eine plausible Erklärung finden:

Grundsätzlich sei gesagt, daß sich innerhalb der Maschine nur mit dem binären (dualen) Code operieren läßt, die Erklärung haben wir bereits weiter oben gefunden.

Es wäre jedoch für den Anwender, der die Befehle, Daten und Anweisungen über die Tastatur eingeben müßte, sehr unpraktisch, mit solch langen Zahlenfolgen, wie bei den Binärzahlen, zu operieren. Deshalb ordnet man gängigen Tastaturzeichen (A...Z, a...z, 0...9, !...?, usw. Zahlencodes zu, die sich einfach handhaben lassen. Drückt man z.B. die Taste Z, dann entspricht dies dem folgenden Code:

$$Z \hat{=} 90_{\text{dezimal}} \hat{=} 5A_{\text{hexadezimal}} \hat{=} 01011010_{\text{binär}}$$

Als Anlage zur Seite 13 (13a) finden wir eine solche Zeichentabelle, den s.g. **ASCII-Code** (American Standard Code for Information Interchange: Amerikanischer Standard zur Informationsübertragung). Mit dem erweiterten ASCII-Code (8 Bit) lassen sich 256 verschiedene Zeichen darstellen.

Außerhalb der Maschine werden also die notwendigen Zeichen von z.B. der Tastatur codiert und an die Zentraleinheit weitergeleitet. Die nachfolgende Lagerung erfolgt in Speicherzellen der Größe 1Byte (8 Bit). Um also eine Speicherzelle mit Informationen zu füllen, müßte man 8 binäre Zeichen eingeben. Dies gestaltet sich jedoch mit dem Hexadezimal-Code viel einfacher, wie das folgende Beispiel zeigt:

Man kann eine Dualzahl sehr einfach in eine Hexadezimalzahl umwandeln und umgekehrt. Dabei ergeben 4 Dualstellen **eine** Hexadezimalstelle, denn 4 Dualstellen beinhalten maximal $2^4 = 16$ Zeichen und das entspricht dem Zeichenvorrat einer Hexadezimalstelle.

Die Dezimalzahl 482 lautet in binärer Zahlenfolge 111100010. Schreibt man diese in Hexadezimalform, erhält man folgende Struktur:

$$\Rightarrow: \underbrace{0001}_{1} \underbrace{1110}_{E} \underbrace{0010}_{2} .$$

Man kann den gleichen Zahlenwert anstatt mit 9 Symbolen auch mit nur 3 Symbolen (1E2) erhalten, und umgekehrt, den dualen Wert leicht rekonstruieren.

Da man mit nur einer hexadezimalen Zahl 4 Bit = 2⁴ (Halb- Byte) = 16 Zeichen erfassen kann und mit einer zweistelligen 8 Bit = 2⁸ = 256 Zeichen (1 Byte), teilt man 1 Byte in zwei hexadezimale Stellen auf., einem Zonenteil und einem Ziffernteil (2 Halbbytes).

Bezogen auf die Zeichentabelle des *ASCII-Codes* wäre der **Zonenteil** entsprechend die *erste Spalte* (rechtes Halbbyte) und der **Ziffernteil** die *erste Zeile* (linkes Halbbyte) des Tableaus. Demzufolge erhält man dann beispielsweise für die Symbole N, % und # folgende Codierung:

Zeichen	Bitkombination eines Bytes	
Halbbyte	Ziffernteil	Zonenteil
N	0100 (4)	1110 (E)
%	0010 (2)	0101 (5)
#	0010 (2)	0011 (3)

A S C I I - Tabelle																24
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	NUL 000	DLE 016	SP 032	0 048	8 064	P 080	~ 096	p 112	Ç 128	é 144	á 160	· 176	L 192	± 208	ó 224	≡ 240
1	SOH 001	DC1 017	¡ 033	1 049	A 065	Q 081	a 097	q 113	ú 129	æ 145	í 161	· 177	± 193	T 209	8 225	z 241
2	STX 002	DC2 018	" 034	2 050	B 066	R 082	b 098	r 114	é 130	æ 146	ó 162	· 178	T 194	T 210	Γ 226	z 242
3	ETX 003	DC3 019	# 035	3 051	C 067	S 083	c 099	s 115	ã 131	õ 147	û 163	· 179	† 195	· 211	W 227	5 243
4	EOT 004	DC4 020	\$ 036	4 052	D 068	T 084	d 100	t 116	ä 132	ö 148	ä 164	† 180	- 196	· 212	I 228	f 244
5	ENQ 005	NAK 021	% 037	5 053	E 069	U 085	e 101	u 117	à 133	ù 149	ñ 165	† 181	† 197	† 213	o 229	J 245
6	ACK 006	SYN 022	& 038	6 054	F 070	V 086	f 102	v 118	á 134	ú 150	º 166	† 182	† 198	† 214	p 230	* 246
7	BEL 007	ETB 023	' 039	7 055	G 071	W 087	g 103	w 119	ç 135	û 151	º 167	† 183	† 199	† 215	T 231	* 247

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F	
8	BS 008	CAN 024	(040	8 056	H 072	X 088	h 104	x 120	ë 136	y 152	ç 168	† 184	‡ 200	‡ 216	‡ 232	* 248	8
9	HT 009	EM 025) 041	9 057	I 073	Y 089	i 105	y 121	ë 137	ö 153	ƒ 169	† 185	‡ 201	‡ 217	‡ 233	* 249	9
A	LF 010	SUB 026	* 042	: 058	J 074	Z 090	j 106	z 122	è 138	u 154	ˆ 170	† 186	‡ 202	‡ 218	‡ 234	* 250	A
B	VT 011	ESC 027	+ 043	; 059	K 075	[091	k 107	l 123	í 139	ç 155	ˆ 171	† 187	‡ 203	‡ 219	‡ 235	* 251	B
C	FF 012	FS 028	, 044	< 060	L 076	\ 092	l 108	l 124	í 140	é 156	ˆ 172	† 188	‡ 204	‡ 220	‡ 236	* 252	C
D	CR 013	GS 029	- 045	= 061	M 077] 093	m 109	j 125	l 141	ÿ 157	ˆ 173	† 189	‡ 205	‡ 221	‡ 237	* 253	D
E	SO 014	RS 030	· 046	> 062	N 078	ˆ 094	n 110	ˆ 126	À 142	Ë 158	ˆ 174	† 190	‡ 206	‡ 222	‡ 238	* 254	E
F	SI 015	US 031	/ 047	? 063	O 079	ˆ 095	o 111	DEL 127	À 143	Ë 159	ˆ 175	† 191	‡ 207	‡ 223	‡ 239	* 255	F

A S C I I - Tabelle

25

000h 00 00000000	016h 02 02001000	032h 04 04002000	048h 06 06003000	064h 08 08004000	080h 0A 0A005000	096h 0C 0C006000	0B2h 0E 0E007000	0C8h 10 10008000	0E4h 12 12009000	0F0h 14 1400A000	0F6h 16 1600B000	102h 18 1800C000	118h 1A 1A00D000	134h 1C 1C00E000	150h 1E 1E00F000	166h 20 20010000	182h 22 22011000	198h 24 24012000	1B4h 26 26013000	1D0h 28 28014000	1E6h 2A 2A015000	1F2h 2C 2C016000	1F8h 2E 2E017000	204h 30 30018000	220h 32 32019000	236h 34 3401A000	252h 36 3601B000	268h 38 3801C000	284h 3A 3A01D000	2A0h 3C 3C01E000	2BEh 3E 3E01F000	2DC h 40 40020000	2F0h 42 42021000	306h 44 44022000	322h 46 46023000	338h 48 48024000	354h 4A 4A025000	370h 4C 4C026000	386h 4E 4E027000	3A2h 50 50028000	3B8h 52 52029000	3D4h 54 5402A000	3E0h 56 5602B000	3FEh 58 5802C000	412h 5A 5A02D000	428h 5C 5C02E000	444h 5E 5E02F000	460h 60 60030000	476h 62 62031000	492h 64 64032000	4B8h 66 66033000	4D4h 68 68034000	4E0h 6A 6A035000	4FEh 6C 6C036000	512h 6E 6E037000	528h 70 70038000	544h 72 72039000	560h 74 7403A000	576h 76 7603B000	592h 78 7803C000	5B8h 7A 7A03D000	5D4h 7C 7C03E000	5E0h 7E 7E03F000	5FEh 80 80040000	612h 82 82041000	628h 84 84042000	644h 86 86043000	660h 88 88044000	676h 8A 8A045000	692h 8C 8C046000	6B8h 8E 8E047000	6D4h 90 90048000	6E0h 92 92049000	6FEh 94 9404A000	712h 96 9604B000	728h 98 9804C000	744h 9A 9A04D000	760h 9C 9C04E000	776h 9E 9E04F000	792h A0 A0050000	7B8h A2 A2051000	7D4h A4 A4052000	7E0h A6 A6053000	7FEh A8 A8054000	812h AA AA055000	828h AC AC056000	844h AE AE057000	860h B0 B0058000	876h B2 B2059000	892h B4 B405A000	8B8h B6 B605B000	8D4h B8 B805C000	8E0h BA BA05D000	8FEh BC BC05E000	912h BE BE05F000	928h C0 C0060000	944h C2 C2061000	960h C4 C4062000	976h C6 C6063000	992h C8 C8064000	9B8h CA CA065000	9D4h CC CC066000	9E0h CE CE067000	9FEh D0 D0068000	A12h D2 D2069000	A28h D4 D406A000	A44h D6 D606B000	A60h D8 D806C000	A76h DA DA06D000	A92h DC DC06E000	AB8h DE DE06F000	AD4h E0 E0070000	AE0h E2 E2071000	AFEh E4 E4072000	B12h E6 E6073000	B28h E8 E8074000	B44h EA EA075000	B60h EC EC076000	B76h EE EE077000	B92h F0 F0078000	BB8h F2 F2079000	BD4h F4 F407A000	BE0h F6 F607B000	BEh F8 F807C000	BF6h FA FA07D000	C02h FC FC07E000	C18h FE FE07F000	C34h 00 00080000	C50h 02 02081000	C66h 04 04082000	C82h 06 06083000	C98h 08 08084000	CB4h 0A 0A085000	CD0h 0C 0C086000	CE6h 0E 0E087000	CF2h 10 10088000	D08h 12 12089000	D24h 14 1408A000	D40h 16 1608B000	D56h 18 1808C000	D72h 1A 1A08D000	D88h 1C 1C08E000	DA4h 1E 1E08F000	DB0h 20 20090000	DD6h 22 22091000	DE2h 24 24092000	DF8h 26 26093000	E04h 28 28094000	E20h 2A 2A095000	E36h 2C 2C096000	E52h 2E 2E097000	E68h 30 30098000	E84h 32 32099000	E9Ah 34 3409A000	EB0h 36 3609B000	ED6h 38 3809C000	EE2h 3A 3A09D000	EF8h 3C 3C09E000	F04h 3E 3E09F000	F20h 40 400A0000	F36h 42 420A1000	F52h 44 440A2000	F68h 46 460A3000	F84h 48 480A4000	F9Ah 4A 4A0A5000	FBAh 4C 4C0A6000	FDEh 4E 4E0A7000	FE0h 50 500A8000	FF6h 52 520A9000	1002h 54 540AA000	1018h 56 560AB000	1034h 58 580AC000	1050h 5A 5A0AD000	1066h 5C 5C0AE000	1082h 5E 5E0AF000	1098h 60 600B0000	10B4h 62 620B1000	10D0h 64 640B2000	10EEh 66 660B3000	1102h 68 680B4000	1118h 6A 6A0B5000	1134h 6C 6C0B6000	1150h 6E 6E0B7000	1166h 70 700B8000	1182h 72 720B9000	1198h 74 740BA000	11B4h 76 760BB000	11D0h 78 780BC000	11EEh 7A 7A0BD000	1202h 7C 7C0BE000	1218h 7E 7E0BF000	1234h 80 800C0000	1250h 82 820C1000	1266h 84 840C2000	1282h 86 860C3000	1298h 88 880C4000	12B4h 8A 8A0C5000	12D0h 8C 8C0C6000	12EEh 8E 8E0C7000	1302h 90 900C8000	1318h 92 920C9000	1334h 94 940CA000	1350h 96 960CB000	1366h 98 980CC000	1382h 9A 9A0CD000	1398h 9C 9C0CE000	13B4h 9E 9E0CF000	13D0h A0 A00D0000	13EEh A2 A20D1000	1402h A4 A40D2000	1418h A6 A60D3000	1434h A8 A80D4000	1450h AA AA0D5000	1466h AC AC0D6000	1482h AE AE0D7000	1498h B0 B00D8000	14B4h B2 B20D9000	14D0h B4 B40DA000	14EEh B6 B60DB000	1502h B8 B80DC000	1518h BA BA0DD000	1534h BC BC0DE000	1550h BE BE0DF000	1566h C0 C00E0000	1582h C2 C20E1000	1598h C4 C40E2000	15B4h C6 C60E3000	15D0h C8 C80E4000	15EEh CA CA0E5000	1602h CC CC0E6000	1618h CE CE0E7000	1634h D0 D00E8000	1650h D2 D20E9000	1666h D4 D40EA000	1682h D6 D60EB000	1698h D8 D80EC000	16B4h DA DA0ED000	16D0h DC DC0EE000	16EEh DE DE0EF000	1702h E0 E00F0000	1718h E2 E20F1000	1734h E4 E40F2000	1750h E6 E60F3000	1766h E8 E80F4000	1782h EA EA0F5000	1798h EC EC0F6000	17B4h EE EE0F7000	17D0h EF EF0F8000	17EEh F0 F00F9000	1802h FA FA0FA000	1818h FC FC0FB000	1834h FE FE0FC000	1850h 00 00000000	1866h 02 02000000	1882h 04 04000000	1898h 06 06000000	18B4h 08 08000000	18D0h 0A 0A000000	18EEh 0C 0C000000	1902h 0E 0E000000	1918h 10 10000000	1934h 12 12000000	1950h 14 14000000	1966h 16 16000000	1982h 18 18000000	1998h 1A 1A000000	19B4h 1C 1C000000	19D0h 1E 1E000000	19EEh 20 20000000	1A02h 22 22000000	1A18h 24 24000000	1A34h 26 26000000	1A50h 28 28000000	1A66h 2A 2A000000	1A82h 2C 2C000000	1A98h 2E 2E000000	1AB4h 30 30000000	1AD0h 32 32000000	1AE6h 34 34000000	1AF2h 36 36000000	1B08h 38 38000000	1B24h 3A 3A000000	1B40h 3C 3C000000	1B56h 3E 3E000000	1B72h 40 40000000	1B88h 42 42000000	1BA4h 44 44000000	1BB0h 46 46000000	1BC6h 48 48000000	1BE2h 4A 4A000000	1BF8h 4C 4C000000	1C04h 4E 4E000000	1C20h 50 50000000	1C36h 52 52000000	1C52h 54 54000000	1C68h 56 56000000	1C84h 58 58000000	1CA0h 5A 5A000000	1CB6h 5C 5C000000	1CD2h 5E 5E000000	1CE8h 60 60000000	1CF4h 62 62000000	1D00h 64 64000000	1D16h 66 66000000	1D32h 68 68000000	1D48h 6A 6A000000	1D64h 6C 6C000000	1D80h 6E 6E000000	1D96h 70 70000000	1DB2h 72 72000000	1DC8h 74 74000000	1DE4h 76 76000000	1DF0h 78 78000000	1E06h 7A 7A000000	1E22h 7C 7C000000	1E38h 7E 7E000000	1E54h 80 80000000	1E70h 82 82000000	1E86h 84 84000000	1EA2h 86 86000000	1EB8h 88 88000000	1ED4h 8A 8A000000	1EE0h 8C 8C000000	1EF6h 8E 8E000000	1F02h 90 90000000	1F18h 92 92000000	1F34h 94 94000000	1F50h 96 96000000	1F66h 98 98000000	1F82h 9A 9A000000	1F98h 9C 9C000000	1FB4h 9E 9E000000	1FD0h A0 A0000000	1FE6h A2 A2000000	1FF2h A4 A4000000	2008h A6 A6000000	2024h A8 A8000000	2040h AA AA000000	2056h AC AC000000	2072h AE AE000000	2088h B0 B0000000	20A4h B2 B2000000	20C0h B4 B4000000	20DEh B6 B6000000	20E2h B8 B8000000	20F8h BA BA000000	2114h BC BC000000	2130h BE BE000000	2146h C0 C0000000	2162h C2 C2000000	2178h C4 C4000000	2194h C6 C6000000	21B0h C8 C8000000	21CEh CA CA000000	21E2h CC CC000000	21F8h CE CE000000	2214h D0 D0000000	2230h D2 D2000000	2246h D4 D4000000	2262h D6 D6000000	2278h D8 D8000000	2294h DA DA000000	22B0h DC DC000000	22CEh DE DE000000	22E2h E0 E0000000	22F8h E2 E2000000	2314h E4 E4000000	2330h E6 E6000000	2346h E8 E8000000	2362h EA EA000000	2378h EC EC000000	2394h EE EE000000	23B0h F0 F0000000	23CEh F2 F2000000	23E2h F4 F4000000	23F8h F6 F6000000	2414h FA FA000000	2430h FC FC000000	2446h FE FE000000	2462h 00 00000000	2478h 02 02000000	2494h 04 04000000	24B0h 06 06000000	24CEh 08 08000000	24E2h 0A 0A000000	24F8h 0C 0C000000	2514h 0E 0E000000	2530h 10 10000000	2546h 12 12000000	2562h 14 14000000	2578h 16 16000000	2594h 18 18000000	25B0h 1A 1A000000	25CEh 1C 1C000000	25E2h 1E 1E000000	25F8h 20 20000000	2614h 22 22000000	2630h 24 24000000	2646h 26 26000000	2662h 28 28000000	2678h 2A 2A000000	2694h 2C 2C000000	26B0h 2E 2E000000	26CEh 30 30000000	26E2h 32 32000000	26F8h 34 34000000	2714h 36 36000000	2730h 38 38000000	2746h 3A 3A000000	2762h 3C 3C000000	2778h 3E 3E000000	2794h 40 40000000	27B0h 42 42000000	27CEh 44 44000000	27E2h 46 46000000	27F8h 48 48000000	2814h 4A 4A000000	2830h 4C 4C000000	2846h 4E 4E000000	2862h 50 50000000	2878h 52 52000000	2894h 54 54000000	28B0h 56 56000000	28CEh 58 58000000	28E2h 5A 5A000000	28F8h 5C 5C000000	2914h 5E 5E000000	2930h 60 60000000	2946h 62 62000000	2962h 64 64000000	2978h 66 66000000	2994h 68 68000000	29B0h 6A 6A000000	29CEh 6C 6C000000	29E2h 6E 6E000000	29F8h 70 70000000	3014h 72 72000000	3030h 74 74000000	3046h 76 76000000	3062h 78 78000000	3078h 7A 7A000000	3094h 7C 7C000000	30B0h 7E 7E000000	30CEh 80 80000000	30E2h 82 82000000	30F8h 84 84000000	3114h 86 86000000	3130h 88 88000000	3146h 8A 8A000000	3162h 8C 8C000000	3178h 8E 8E000000	3194h 90 90000000	3210h 92 92000000	3226h 94 94000000	3242h 96 96000000	3258h 98 98000000	3274h 9A 9A000000	3290h 9C 9C000000	32AEh 9E 9E000000	32C2h A0 A0000000	32D8h A2 A2000000	32E4h A4 A4000000	32FAh A6 A6000000	3306h A8 A8000000	3322h AA AA000000	3338h AC AC000000	3354h AE AE000000	3370h B0 B0000000	3386h B2 B2000000	3402h B4 B4000000	3418h B6 B6000000	3434h B8 B8000000	3450h BA BA000000	3466h BC BC000000	3482h BE BE000000	3498h C0 C0000000	3514h C2 C2000000	3530h C4 C4000000	3546h C6 C6000000	3562h C8 C8000000	3578h CA CA000000	3594h CC CC000000	3610h CE CE000000	3626h D0 D0000000	3642h D2 D2000000	3658h D4 D4000000	3674h D6 D6000000	3690h D8 D8000000	3706h DA DA000000	3722h DC DC000000	3738h DE DE000000	3754h E0 E0000000	3770h E2 E2000000	3786h E4 E4000000	3802h E6 E6000000	3818h E8 E8000000	3834h EA EA000000	3850h EC EC000000	3866h EE EE000000	3882h F0 F0000000	3898h F2 F2000000	3914h F4 F4000000	3930h F6 F6000000	3946h F8 F8000000	3962h FA FA000000	3978h FC FC000000	3994h FE FE000000	4010h 00 00000000	4026h 02 02000000	4042h 04 04000000	4058h 06 06000000	4074h 08 08000000	4090h 0A 0A000000	4106h 0C 0C000000	4122h 0E 0E000000	4138h 10 10000000	4154h 12 12000000	4170h 14 14000000	4186h 16 16000000	4202h 18 18000000	4218h 1A 1A000000	4234h 1C 1C000000	4250h 1E 1E000000	4266h 20 20000000	4282h 22 22000000	4298h 24 24000000	4314h 26 26000000	4330h 28 28000000	4346h 2A 2A000000	4362h 2C 2C000000	4378h 2E 2E000000	4394h 30 30000000	4410h 32 32000000	4426h 34 34000000	4442h 36 36000000	4458h 38 38000000	4474h 3A 3A000000	4490h 3C
---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	----------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	--------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------------------	----------

5. Der Prozessor

5.1. Mikroprozessoren in PCs

Seit 1979 bis heute vollzog sich eine rasante Entwicklung in der Prozessortechnologie. Kaum ist ein Prozessor etabliert, klopft schon die nächste Generation an die Türe oder wenn ein Privatmann die finanzierbare Prozessorgeneration kaufen kann, ist der stolze Erwerb bereits ein Auslaufmodell, man hastet der Entwicklung immer hinterher. In dem folgenden Teil werden wir uns mit der Entwicklung der Mikroprozessoren seit 1979 bis heute im Eilschritt befassen.

8086/8088:

1979 wird von der **Firma Intel** der erste 16-Bit-Mikroprozessor hergestellt (8086). 16-Bit heißt, daß die Leitungen des Datenbusses und der meisten Register so ausgelegt sind, daß gleichzeitig 16 Stromimpulse transportiert bzw. gespeichert werden können. Der Adreßbus verfügt hingegen über 20 Leitungen. Damit können im Speicher $2^{20} = 1.048.576$ Speicherzellen zu je 1Byte angesprochen werden ($\hat{=}$ 1MBytes). Der 8088-Prozessor ist eine abgepeckte Version des 8086. Er hat intern 16 und extern 8 Leitungen. Die Arbeitsgeschwindigkeit auf dem Bus ist damit etwas langsamer, die Konfiguration aber kostengünstiger. Die Taktfrequenz liegt zwischen 4,77 und 10 MHz. Auf dem IC befinden sich ca. 50.000 Transistoren.

Fazit: 16/8 - Bit Datenbus (8088)
16/16 - Bit Datenbus (8086)
20 - Bit Adreßbus
Taktfrequenz 4,77 - 10 MHz
Speicherverwaltung max. 1MBytes
50.000 Transistoren

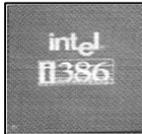
80286:

1984 wird ein PC mit der Zusatzbezeichnung **AT** (Advanced Technology = fortgeschrittene Technologie) auf den Markt gebracht. Hierbei handelt es sich um einen reinen 16-Bit Prozessor. Der Adreßbus wird auf 24-Bit erweitert. Damit ist es möglich, $2^{24} = 16.777.216$ Zeichen zu verwalten (16 Mbytes). Hierzu benutzt der Prozessor den neu eingeführten *Protected Mode*, bei dem der Arbeitsspeicher um den freien Plattenspeicher erweitert werden kann (Swap-Datei bzw. Disk-Swapping). Die Taktfrequenz liegt zwischen 8 und 25 MHz. Auf dem IC befinden sich ca. 150.000 Transistoren.

Fazit: 16/16 - Bit Datenbus
24 - Bit Adreßbus

Taktfrequenz 8 -25 MHz
 Speicherverwaltung max. 16 MBytes
 150.000 Transistoren

80386:



1986 kommt der 386'er auf den Markt. Hierbei handelt es sich um einen reinen 32-Bit- Prozessor, sowohl intern als auch extern. Der Adreßbus erhält ebenfalls 32-Bit, das bedeutet die Adressierung (Verwaltung) von $2^{32} = 4.294.967.295$ Speicherzellen (4 Giga-Bytes=GBytes). Die Taktfrequenz liegt zwischen 16 und 40 MHz.

Der Rechner verfügt über einen *virtuellen 8086-Modus*, d.h. der 4 GBytes große Adreßraum kann in 1MByte große Blöcke aufgeteilt werden, mit dem der Prozessor dann jeweils wie mit einem 8086er - Rechner arbeiten kann, d.h. man kann mehrere Programme nebeneinander laufen lassen (*virtueller Real-Mode/Multitasking-Betrieb*).

Auf dem IC befinden sich ca. 500.000 Transistoren.

Fazit: 32/32 - Bit Datenbus
 32 - Bit Adreßbus
 Taktfrequenz 16 - 40 MHz
 Speicherverwaltung 4 GBytes
 500.000 Transistoren

80486:



Die

1989 kommt der 486'er auf den Markt. Er ist eine Weiterentwicklung des 386'er. Er enthält gleichzeitig auf dem Chip einen mathematischen Coprozessor sowie einen 8 KBytes großen *Cache-Speicher*.
 Taktfrequenz liegt bei den DX-Versionen zwischen 25 und 50 MHz, bei den DX2-Versionen zwischen 50/25 und 66/33 MHz (intern/extern) und bei den DX4-Versionen bei max. 100/33 MHz.

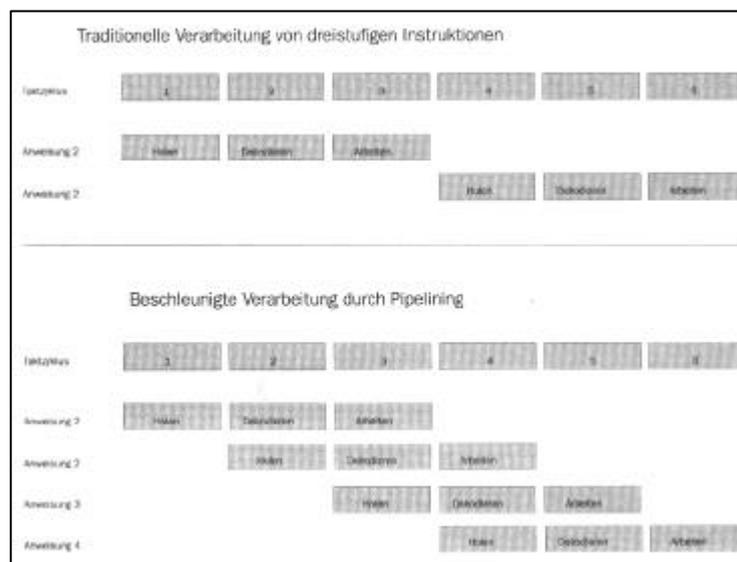
Auf einer Fläche von 2 cm^2 befinden sich 1,2 Millionen Transistoren.

Der interne Cache-Speicher (First-Level-Speicher) dient zur kurzfristigen Zwischenspeicherung von Daten und Befehlen. Dadurch erfolgt die Verarbeitung deutlich schneller, da der Prozessor nicht unnötig warten muß.

Auch die innere Architektur des Chips bzgl. seiner Verarbeitungsorganisation wurde durch das s.g. *Pipelining* verbessert, dadurch können bis zu 5 Befehle parallel bearbeitet werden. Während ein Befehl gelesen wird, kann der zweite schon vordekodiert werden, der nächste dekodiert, der vierte ausgeführt und die Ergebnisse des fünften Befehls ausgegeben werden. Voraussetzung für diese Arbeitsweise ist, daß die zu verarbeitenden Befehle so einfach sind,

damit sie innerhalb eines Taktzyklus verarbeitet und an die nächste Instanz weiter gereicht werden können. Die einzelnen Verarbeitungsstufen sehen folgendermaßen aus:

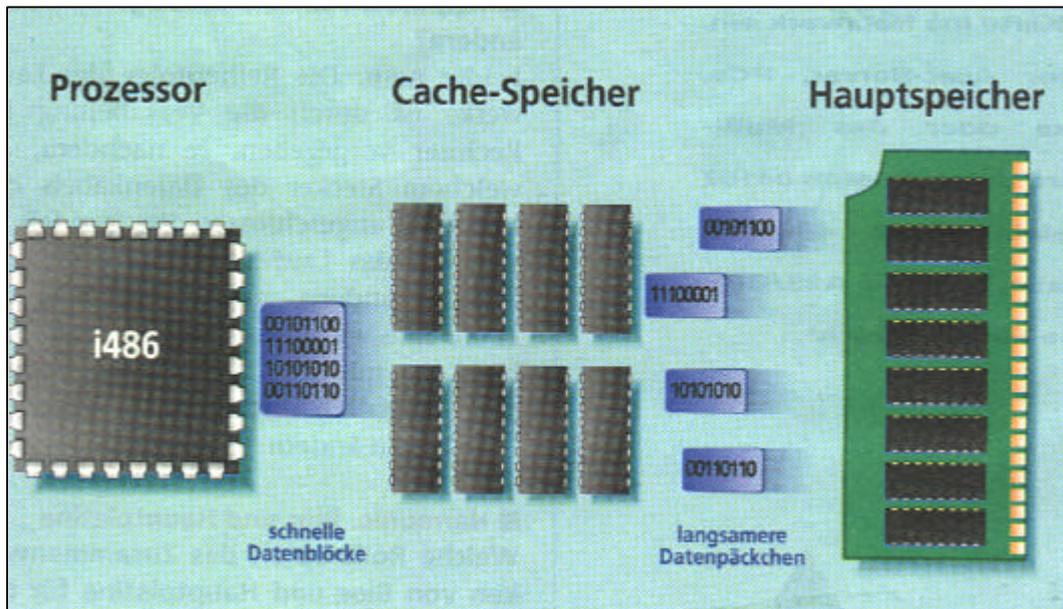
- Die Befehle werden aus dem Prozessor-Cache oder dem Arbeitsspeicher (RAM) geholt (Instructions-Prefetch).
- In der **Instruktionsdekodierung** (D1) wird zunächst der Typ des Befehls ermittelt. Je nach Typ des Prozessors wird entschieden, ob ein oder zwei Befehle bearbeitet werden können.
- In der zweiten **Dekodierstufe** (D2) werden die Adressen der zu verarbeitenden Operanden bestimmt.
- Während der **Ausführungsphase** (EX) werden die Operanden aus dem Cache-Speicher geladen und die arithmetischen Operationen durchgeführt.
- Im letzten Schritt werden die Verarbeitungsergebnisse **zurück** in den Cache- oder Arbeitsspeicher **geschrieben** (Write-Back).



Zusätzlich befindet sich auf der Platine (Main-Board) mit Local-Bus-Systemen ein externer Cache (Second-Level-Cache) zwischen Prozessor und Arbeitsspeicher (RAM), in der Regel in der Größe von 256 KBytes. Dieser Cache ist mit s.g. **SRAMs** (statische Speicherbausteine, sie benötigen keinen Refresh, da sie aus Halbleitern aufgebaut sind) ausgerüstet. Diese sind zwar recht teuer aber andererseits sehr schnell (Zugriffszeiten zwischen 10 und 40 ns). Im normalen RAM befinden sich s.g. **DRAMs** (dynamische Bausteine, mit einer Zugriffszeit von 60 bis 100 ns, sie benötigen den Refresh für die Datenstabilität der durch Kondensatoren aufgebauten Speicherzellen).

Fazit: 32/32 - Bit Datenbus
32 - Bit Adreßbus

Taktfrequenz 25 bis 100 MHz
 Speicherverwaltung 4 GBytes
 1,2 Millionen Transistoren



80586 (Pentium):



1993 erscheint der erste 586'er. Die Anzahl der Transistoren wurde auf 3,1 Millionen erhöht. Dieser Prozessor wurde für 32-Bit-Anwendungssysteme entwickelt. Die Taktfrequenz liegt zwischen 60 und 100 MHz. Die Übertragungswege (Bussystem) wurden intern als auch extern auf 64-Bit erweitert. Der Adreßbus bleibt bei 32-Bit.

Grundsätzlich:

64-Bit Busbreite bedeutet nicht gleichzeitig, daß man 64-Bit-Systeme betreiben kann sondern max. 32-Bit-Systeme. Die restlichen Leitungen werden zur Organisation, zur Stromversorgung, Adressierung, Interrupts, etc., benötigt.

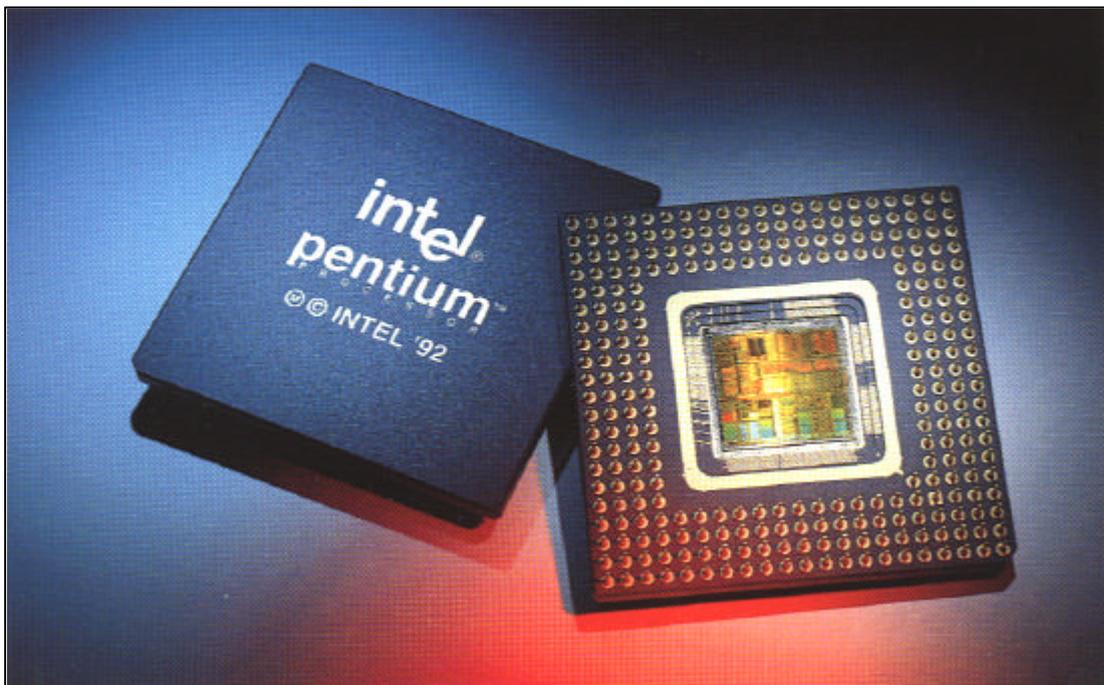
Bei 32-Bit-Anwendungen beträgt die Leistungssteigerung beim 586'er ungefähr das drei- bis sechsfache der Leistung eines 486'er bei vergleichbarer Taktfrequenz.

Dies wird insbesondere erreicht durch:

⇒ **Superskalare Architektur** (Mehrere Ausführungseinheiten)

- ⇒ **Parallele Integerpipelines** (Zwei parallele Instruktionspipelines, also das Bearbeiten von zwei Befehlen pro Takt)
- ⇒ Getrennte Befehls- und Daten-Cachs (Je 8 KBytes)
- ⇒ **Branch Prediction** (Ein Cache-Speicher, der Programmverzweigungen vorher-sagen kann)
- ⇒ 64-Bit-Datenbus
- ⇒ **System-Management-Mode** (Speichert Daten bei gleichzeitiger Abschaltung der Energieversorgung. Dadurch wird Strom und gleichzeitig Verlustwärme gespart. Man kann mit dieser Einsparung letztlich höhere Taktfrequenzen fahren).

Fazit: 64/64 - Bit Datenbus
32-Bit Adreßbus
Taktfrequenz 60 bis 100 MHz
Speicherverwaltung 4 GBytes
3,1 Millionen Transistoren



5.2. Schnelligkeit von Prozessoren

Ein Maßstab für die Schnelligkeit von Prozessoren sind die Anzahl von Befehlen, die der Prozessor pro Sekunde verarbeiten kann. Dieser Wert wird in **MIPS** (**M**illionen **I**nstructions **p**er **S**econd) gemessen.

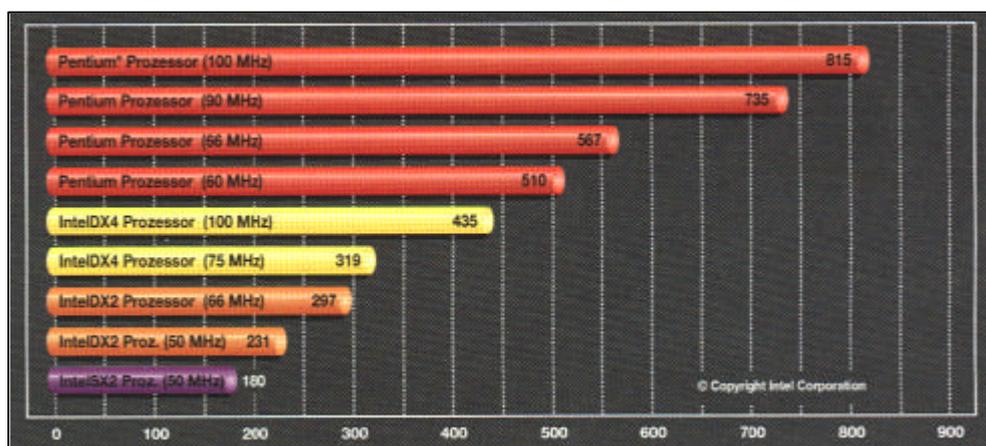
Beispiele:

80486 DX mit 50 MHz \Rightarrow : 41 MIPS

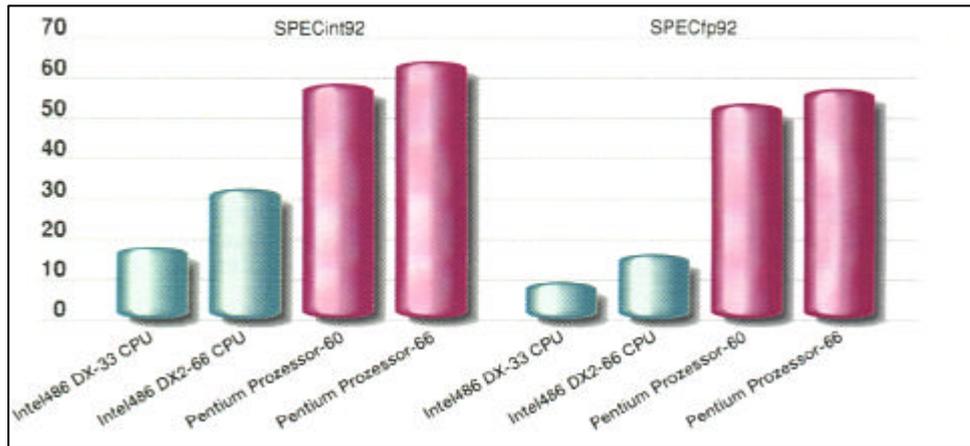
80486 DX2 mit 66 MHz \Rightarrow : 54 MIPS

80586 (Pentium) mit 66 MHz \Rightarrow : 100 MIPS

Ein weiterer Hinweis auf die Geschwindigkeit eines Prozessors bietet die Fa. *Intel* mit dem **iCOMP-Index** (**I**ntel **C**ooperative **M**icroprozessor **P**erformance).



Ein anderer Parameter für die Geschwindigkeit eines Prozessors ist der Standard-Benchmark-Test für Workstations, der s.g. **SPECint92** (**S**ystem **P**erformance **E**valuation **C**ooperative **E**ffort hier für Integer-Operationen: Bildung ganzer Zahlen) bzw. **SPECfp92** (hier für Gleitkomma-Leistung). Seit 1992 werden sie getrennt angegeben, um auch über kommerziell orientierte Maschinen bessere Angaben machen zu können. Die folgende Tabelle zeigt einige Werte:



5.3. Entwicklungstendenzen

Seit der Erfindung der integrierten Schaltkreise (ICs) im Jahre 1959 hat sich die Anzahl der Transistoren, die auf einem Chip platziert werden, von einem auf mehrere Millionen erhöht. Besonders rasant war die Entwicklung bei den Speicherbausteinen. Der leistungsfähigste Baustein, der momentan in Serie ist, ist der 4 MBit-Chip. Dieser befindet sich auf einer Fläche von 0,5 cm². Auf ihm können 4.194.304 Bit gespeichert werden, das bedeutet, ein entsprechendes DRAM verfügt über 4 Millionen Kondensatoren. Erreicht wurde diese Entwicklung durch zwei Faktoren. Zum einen sind die Chips im Laufe der Zeit immer größer geworden. 1960 betrug die Kantenlänge 1,4 mm, 1980 dagegen bereits 8 mm. Prognosen lassen erwarten, daß sich die Kantenlängen im Jahre 2000 auf 20 bis 40 mm erhöhen werden. Noch größere Chips lassen sich aus Gründen der Auflösung mit dem Verfahren der optischen Lithographie nicht realisieren.

Ein zweiter bestimmender Faktor ist die minimale Strukturgröße. Darunter versteht man die Abmessungen der kleinsten erkennbaren Strukturen auf einem Chip. Diese Größenordnungen werden in µm (Mikron oder Mikrometer) gemessen. 1960 betrug die durchschnittliche Strukturgröße 25 µm. Heute liegt dieser Wert schon bei 0,35 µm, das entspricht ungefähr dem 280sten Teil des menschlichen Haares.

Dieser Entwicklung sind jedoch physikalische Grenzen gesetzt. Das **photolithographische Verfahren** arbeitet mit Lichtstrahlen, die den lichtempfindlichen Photolack des kaschierten Layouts (Vorlagen-Negativ der zu belichtenden Sandwich-Struktur des Chips) belichten. Das sichtbare Licht hat eine Wellenlänge von 0,35 bis 0,8 µm, das entspricht einem Frequenzbereich von 375 bis 850 Billionen Hz (von Dunkelrot bis Violett).

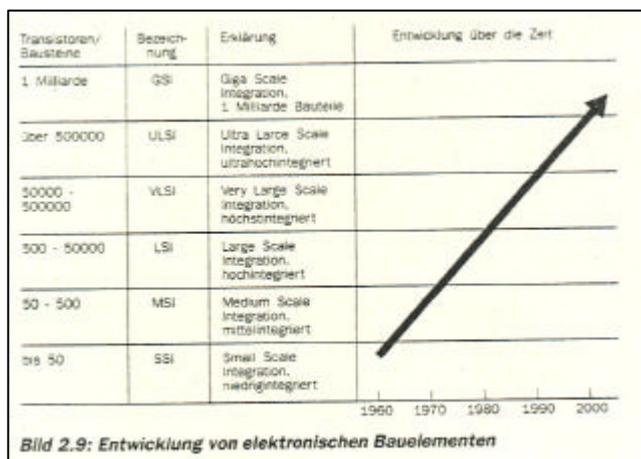


Bild 2.9: Entwicklung von elektronischen Bauelementen

Erreichen Chipstrukturen diese Größenordnung oder werden sie unterschritten, lassen sie sich nicht mehr scharf genug auf das Trägermaterial (Silizium: Halbleiter aus der 4. Gruppe des Periodensystems) abbilden. Deshalb ist man auf kurzwelligere Schwingungen (unsichtbares Licht) angewiesen. Diese hochfrequenten elektromagnetischen Strahlungen findet man im Ultravioletten oder im Röntgenbereich. Mit der **Röntgenstrahlolithographie** lassen sich Strukturgrößen von weniger als $0,3 \mu\text{m}$ abbilden.

Die Fa. *Intel* veröffentlichte kürzlich eine Studie mit der Bezeichnung *Mikro 2000*, in der die Entwicklung bis zum Jahre 2000 aufgezeigt wurde. Danach werden bis dahin auf der Fläche heutiger Prozessoren 50 bis 100 Millionen Transistoren vereinigt sein. Die kleinsten Strukturen könnten $0,1$ bis $0,2 \mu\text{m}$ groß sein. Für die Taktrate zukünftiger Computer werden 500 MHz prognostiziert.

6. Busarchitekturen

Der Bus ist die zentrale Kommunikationseinrichtung des Rechners. Über ihn verständigen sich die verschiedenen Funktionsbereiche wie Schnittstellen, Controller, Arbeitsspeicher, Grafikkarten, usw.. Er dient zum Datenaustausch zwischen CPU und Speicher, über ihn werden die Daten beim Abspeichern, z.B. auf die Festplatte, transportiert. Der Bus besteht im Grunde genommen aus einer Anzahl von Leitungen und einer speziellen *Controllerschaltung*, die den Datenverkehr auf diesen Leitungen regelt. Je mehr Leitungen in einem Bus parallel geschaltet sind, desto größer ist naturgemäß der Datendurchsatz (Informationseinheiten pro Sekunde). Man unterscheidet zwischen Daten- und Adreßbus.

Über den *Adreßbus* können bestimmte Speicherstellen oder *Ports* (In der Regel 16-Bit breite Datenein- und Ausgänge der Schnittstellen mit ihren jeweiligen Portadressen) veranlaßt werden, Daten aufzunehmen oder abzugeben, der Transport dieser Daten geschieht dann über den *Datenbus*.

Hinzu kommt als Dritter im Bunde noch der s.g. *Systembus* (Steuerbus oder Kontrollbus). Dieser wird erforderlich, weil, wie wir weiter oben gehört haben, auch noch andere Komponenten als CPU und Arbeitsspeicher an den Bus angeschlossen sind. Ohne eine Kontrollinstanz gäbe es auf dem Bus ein heilloses Durcheinander von verschiedenen Lese-, Schreib- oder Adressierungszugriffen der einzelnen Komponenten. An dieser Stelle greift der *Systembus* ein. Er erlaubt den jeweiligen Teilnehmern den Zugriff, über ihn wird vermittelt, ob es sich um einen Lese- oder Schreibzugriff handelt, usw..

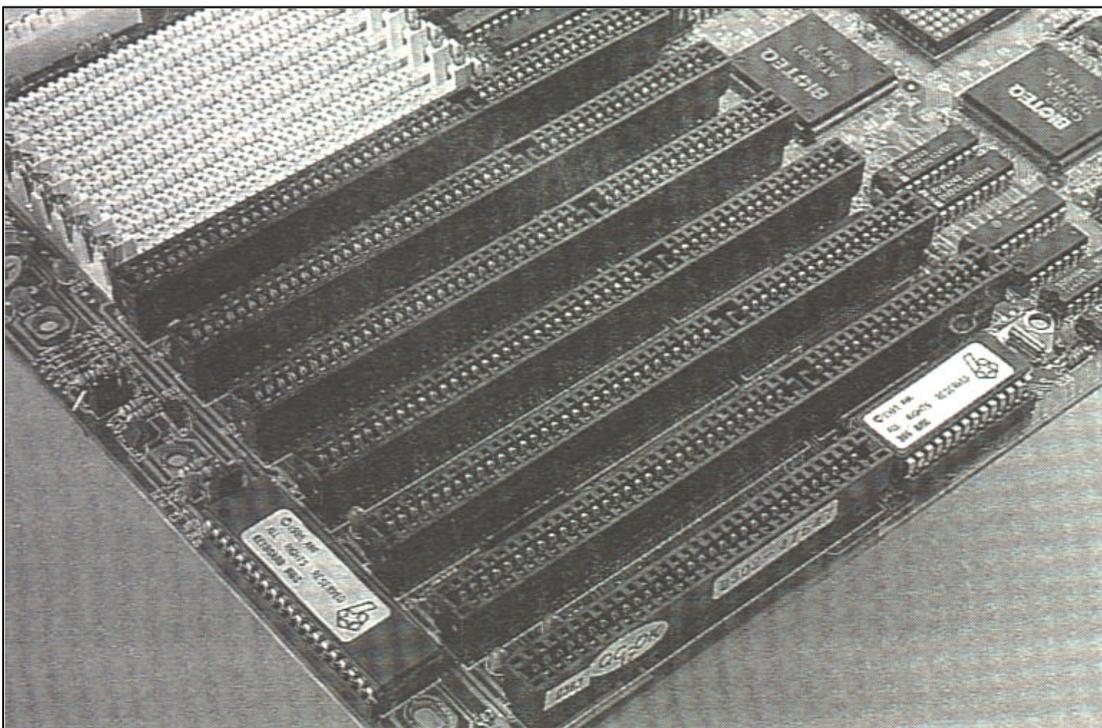
Wie aber, so fragt man sich, kann ein System eine derart komplexe Aufgabe wie die Steuerung des Busses bewältigen, wenn sie nur aus Leitungen besteht ?

Nun, diese Aufgabe übernimmt der weiter oben genannte *Bus-Controller*, ein Baustein oder besser eine Baugruppe. Er ist das eigentliche Gehirn des Bussystems. Er sorgt in erster Linie über den Systembus dafür, daß es keine Zusammenstöße gibt und daß auch alles dort ankommt, wo es hin soll. Es leuchtet sicherlich ein, daß die Leistungsfähigkeit des Busses unter

anderem auch von der „Intelligenz“ dieses Steuersystems abhängt. Noch entscheidender sind allerdings die Geschwindigkeit (Taktfrequenz des Busses) und die Busbreite (Anzahl der Leitungen, die den Prozessor mit den einzelnen Komponenten verbindet).

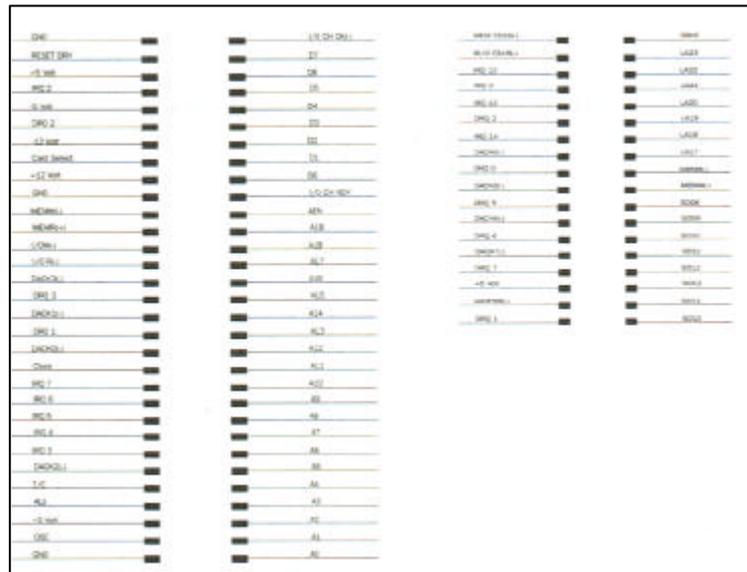
Bevor wir uns mit den unterschiedlichen Bussystemen beschäftigen, noch ein kleiner Exkurs zu den Erweiterungssteckplätzen (*Slots*) des Busses. Die Erweiterungssteckplätze sind quasi die Steckdosen des Bussystems. Über sie gelangt der Bus zu den Erweiterungskarten, wie Grafikkarte, Schnittstellen oder Controller. Sie müssen nicht immer alle Leitungen des CPU-Busses komplett enthalten. So existieren häufig auch auf Hauptplatinen mit 32-Bit-Struktur ausschließlich Steckplätze, die lediglich 16-, zum Teil nur 8-Bit breite Datenleitungen besitzen. Dies liegt insbesondere an der Abwärtskompatibilität höherwertigerer Prozessorgenerationen oder Bussysteme hinsichtlich der weiteren Verwendung älterer Erweiterungskarten oder solchen, für die eine größere Busbreite keinen Vorteil erbringen würde.

Moderne Busarchitekturen verfügen heute darüber hinaus über 32- bzw. 64-Bit-Steckplätze (VLB/PCI). Dies liegt an den Erfordernissen heutiger Anwendungen und dem damit verbundenen Transport von großen Datenmengen.



8-Bit-Teil

16-Bit-Verlängerung



6.1. Der ISA-Bus (AT-Bus)

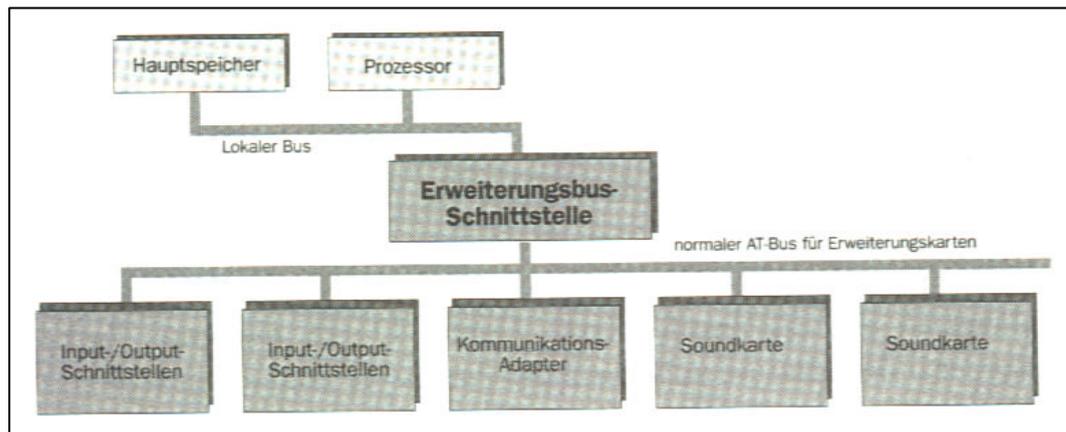
Die ersten IBM-PCs waren bekanntlich mit den 8088-Prozessoren bestückt. Diese galten zwar als 16-Bit-Prozessoren, konnten aber nur über einen 8-Bit breiten Datenbus mit ihrer Umwelt kommunizieren. Die Taktung des Bussystems erlaubte es, maximal 4,77 Millionen Informationseinheiten pro Sekunde zu transportieren.

Die nächste Prozessorgeneration (80286er) eröffnete auch für den externen Bus die 16-Bit-Dimension. Mit seinen 16 Daten- und 24 Adreßleitungen kann er bis 16 Mbytes adressieren. Die Taktfrequenz wurde auf 8 MHz erhöht. Um auch Erweiterungskarten den Zugriff in die 16-Bit-Welt zu erlauben, mußte die ursprüngliche 62-polige Anschlußleiste der 8-Bit-Karte um weitere 38 Anschlußpunkte erweitert werden. Erst mit diesen Karten ist der Anwender in der Lage, einfache 8-Bit-Karten zu nutzen und gleichzeitig mit den erweiterten Karten von dem Vorteil der 16-Bit-Anschlüsse zu profitieren. Über die zusätzlichen Signalleitungen kann eine 16-Bit-Karte vor Beginn der Datenübertragung dem System mitteilen, daß sie in der Lage ist, 16-Bit-Happen zu verarbeiten. Diese, im Gegensatz zu den ersten Bussystemen bereits erweiterte Variante, wurde AT-Bus oder **ISA-Bus** (**I**ndustry **S**tandard **A**rchitecture) genannt.

Was sich bei Prozessoren wie 8088 oder 80286 als durchaus befriedigend darstellte, wurde bei den 32-Bit-Prozessoren (ab 80386) immer mehr zum Flaschenhals für den Datentransfer. Aus diesem Grunde mußte auf den Hauptplatinen für die schnellen Prozessoren ein *Waitstate-Generator* eingebaut werden, damit der Prozessor beim Zugriff auf langsamere Bauteile oder engere Busbreiten Wartezyklen (*Waitstates*) einlegen konnte. Später vermied man solche Wartezyklen durch den Einbau s.g. Cache-Speicher (SRAMs) mit schnelleren Zugriffszeiten und dem Einbau flexiblerer Bussysteme. Durch den Einsatz neuer Chipsätze (*Neat-Chipsatz*) wurden neue Funktionen zur Optimierung hinzugefügt, wie z.B. die *Shadow-RAM-Funktion* (Spiegelung relevanter Daten aus dem langsamen ROM ins schnellere

RAM) oder die Möglichkeit über ein *Setup-Programm* mit umfangreichen Einstellungsänderungen den Rechner optimal zu konfigurieren. Dabei wird die Systemkonfiguration in einem batteriegepufferten Arbeitsspeicher (*CMOS-RAM*) abgelegt und beim Systemstart dem *BIOS* (Basic-Input/Output-System), der Schnittstelle zwischen Hardware und Betriebssystem, zur Verfügung gestellt.

Trotz seiner Nachteile wird das ISA-Bussystem noch immer, wegen seines günstigen Preises, ganz oder teilweise, in Kombination mit anderen Systemen, zum Einsatz gebracht.

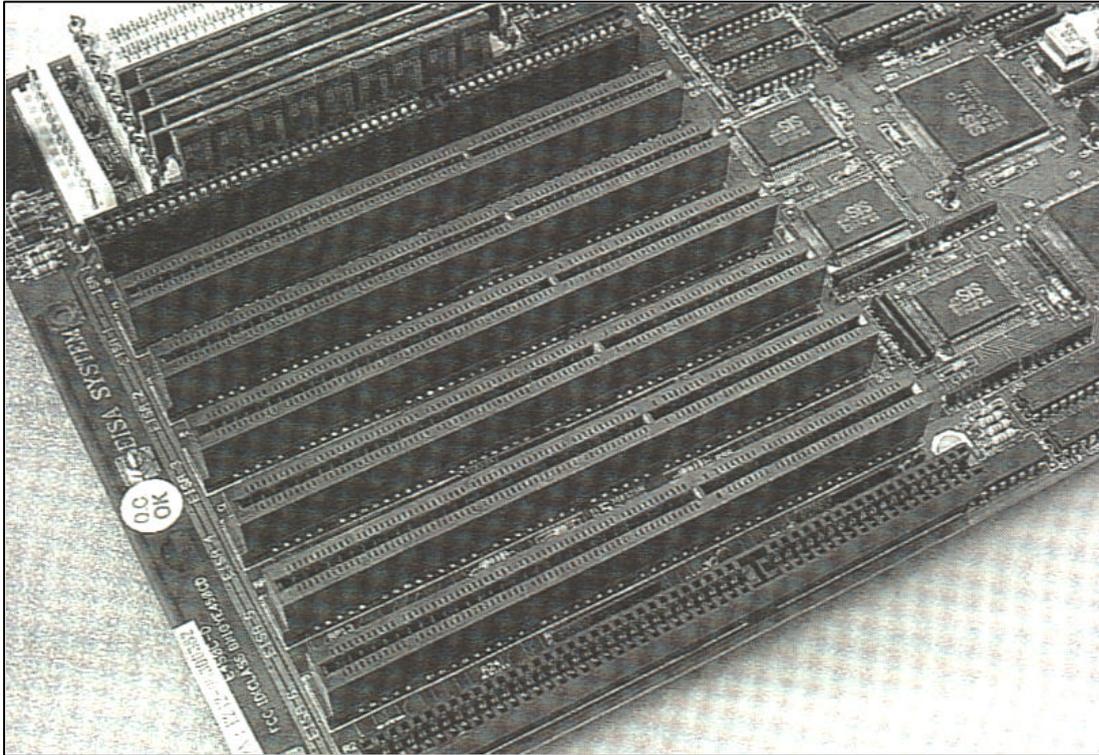


6.2. Der EISA-Bus

Eine Antwort auf die wesentlich schneller gewordenen Prozessoren war die Erweiterung vom ISA-Standard auf den s.g. **EISA-Standard** (Extended Industry Standard Architecture bzw. den erweiterten ISA-Bus). Der Datenbus wurde auf 32-Bit verbreitert, dadurch können bis zu 33 Mbytes transportiert und bis zu 4 GBytes adressiert werden. Die Taktung bleibt bei 8 MHz. Die eigentliche Leistungssteigerung erhält *EISA* durch das *Busmaster-Prinzip* (die CPU wird durch spezielle Prozessoren entlastet). Während der ISA-Bus ein starres *Interrupt-Management* hatte, erfolgt dies beim EISA-Bus flexibler (pegelgesteuert; mehrere Karten können sich die gleiche Interruptleitung, je nach Erfordernissen, teilen).

Der EISA-Standard ist zum ISA-Standard kompatibel (man kann alte Karten weiter benutzen), das erklärt auch die Tatsache der Beibehaltung des Bustaktes von 8 MHz.

Wie man unschwer erkennt, stellt dieser Standard aber letztlich nur ein Zwischenstadium der Metamorphose von einer veralteten Generation zu einer völlig neuen dar, den s.g. Local-Bus-Systemen (VLB/PCI).



6.3. Der Local-Bus

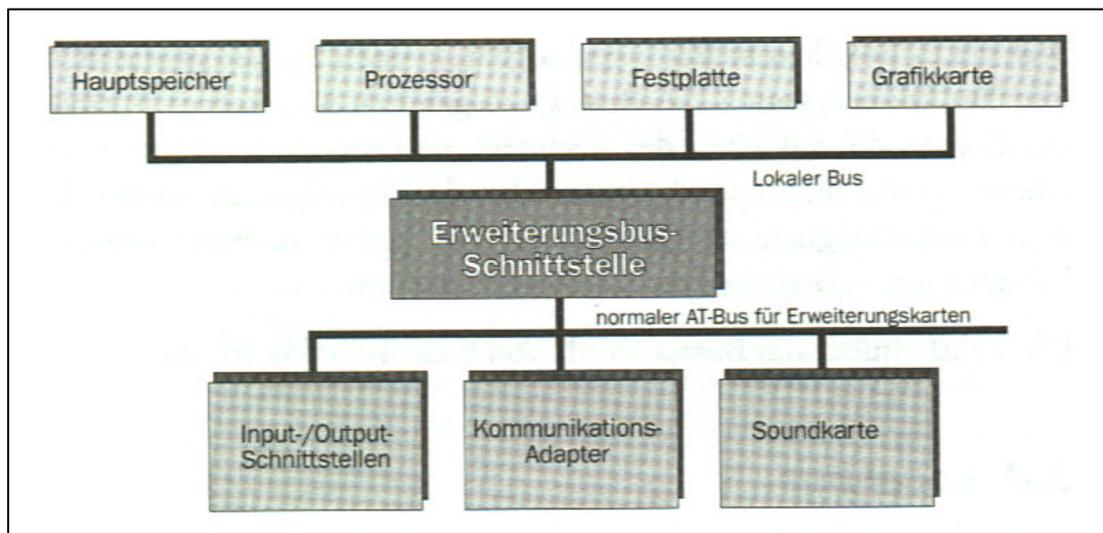
Es gibt zur Zeit zwei zueinander inkompatible und miteinander konkurrierende **Local-Bus-Systeme**, der **VLB-** und der **PCI-Bus**. Er weitet den I/O-Bus zwischen Prozessor, Festplatte, Schnittstellen und Grafikkarte, der sich bei graphischer Bedienung als Flaschenhals herausstellte. Dies wurde erreicht durch eine 32-Bit-Direktverbindung mit dem Prozessor und eine Erhöhung des Bus-Taktes auf 33 - 40 MHz. So schafft dieses System z.B. einen Bildaufbau zwischen Grafikkarte und Monitor bereits in einem 50ten Teil der Zeit eines **ISA-Busses**. Die **Local-Bus-Slots** werden ergänzt durch ISA- bzw. und **EISA-kompatible** Steckplätze und sind über eine AT-Bus-Leitung mit dem Erweiterten-Bus-Interface verknüpft. Hier findet die Kommunikation folgerichtig noch mit 8 MHz statt. Auf diese Weise können spezielle Local-Bus-Karten die hohen Datentransferraten nutzen, während Karten, die keine Vorteile aus den hohen Übertragungsraten ziehen, die ISA-Slots benutzen können.

Auf einer Hauptplatine dürfen grundsätzlich nur maximal 3 Local-Bus-Steckplätze angesiedelt sein. Der Grund für diese Einschränkung liegt in der Physik:

Bei Taktfrequenzen oberhalb 33 MHz beginnt der Strom in den Leiterbahnen eine elektromagnetische Strahlung zu emittieren (kapazitive Last der Leiterbahnen wirken wie ein Hochpass mit einer daraus resultierenden Deformierung der Signalfanken). Dadurch werden andere Bauteile und -gruppen gestört, also elektrisch instabil, sie beginnen u.U. zu oszillieren und stören oder bringen das gesamte System zum Absturz, mit all den damit verbundenen Datenverlusten.

Bis heute hat man sich noch auf keinen einheitlichen Local-Bus-Standard einigen können, statt dessen kämpfen zwei verschiedene Systeme um Marktanteile.

Das PCI-System ist gegenüber dem VLB etwas teurer aber letztlich auch schneller, weil intelligenter, besitzt z.Z. eine größere Performance (optimale Anwendungseigenschaften) und ist besser auf die Systeme der Zukunft vorbereitet. Demgegenüber hat das VLB-System einen höheren Verbreitungsgrad, weil billiger, mit einer damit verbundenen Vielfalt an Zubehör (Erweiterungskarten).



6.3.1. Der VESA-Local-Bus (VLB)

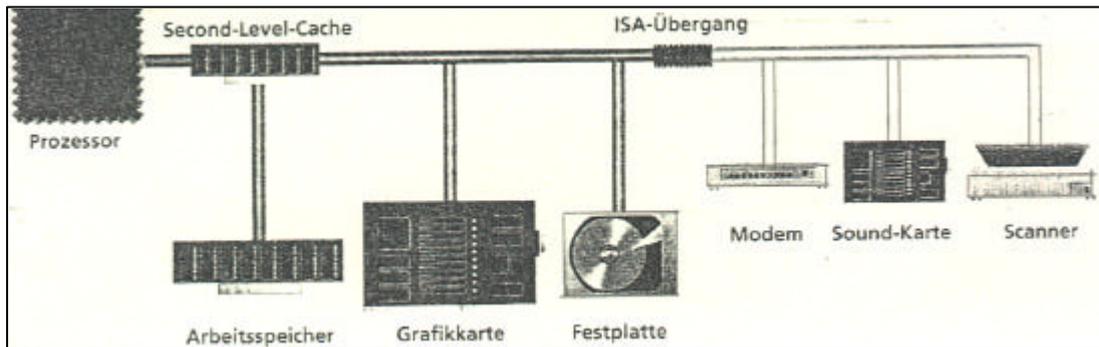
Die *Video Electronics Standards Association (VESA)*, ein Zusammenschluß von Grafikkartenherstellern) hat ihre Spezifikationen eng an die Architektur des 486er-Prozessors angelegt. Der VL-Bus ist daher relativ unkompliziert und kostengünstig in ein bestehendes ISA-System einzubinden. Ein weiterer Faktor hält die Kosten der VLB-Implementierung niedrig:

Der Erweiterungs-Steckplatz wurde so konzipiert, daß eine *VLB-Karte* gleichzeitig die Signale des schnellen *VL-Busses* und der langsameren *ISA-/EISA-Busses* abgreifen und verarbeiten kann.

Z.Z. ist die Version 2.0 aktuell. Sie legt exakte Vorgaben für das Layout und die Bus-Treiber fest (Leiterbahnführungen auf der Platine max. 10 cm Länge, Taktfrequenz 40 - 50

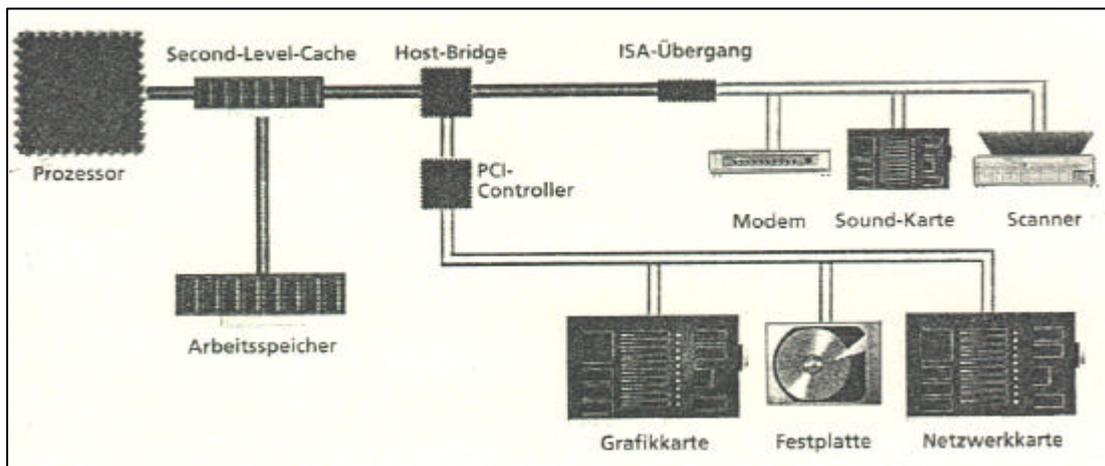
MHz, 64-Bit-Busbreite - hier fehlt es allerdings z.Z. noch an Zubehör - , Kapazitive Last einer Folgekarte max. 25 pF).

Ab den Prozessoren der 80586er-Generation verliert der VL-Bus an Bedeutung. Hier bieten die meisten namhaften Anbieter mittlerweile Systeme ausschließlich in Verbindung mit PCI an.



6.3.2. Der PCI-Local-Bus

Intels **PCI** (**P**eripheral **C**omponent **I**nterconnect) ist eigentlich kein richtiger *Local-Bus* im traditionellen Sinne, denn er verbindet den Prozessor nicht direkt mit der Peripherie. Er ist vielmehr vom Prozessor und Speicherbus über eine Steckverbindung (Host-Bridge) entkoppelt. Diese „*CPU-Brücke*“ setzt die Schreib- und Lesezugriffe des Prozessors in entsprechende PCI-Bus-Aktivitäten um. Damit ist der PCI-Bus unabhängig von der Prozessorarchitektur und ohne großen Aufwand in unterschiedliche Hardware-Plattformen zu integrieren. Es besteht aus einem Satz intelligenter Schaltungen, die mit unterschiedlichen Subsystemen zusammenarbeiten können. Die Abwicklung des Bustransfers leistet ein spezieller Bus-Controller.



Ein weiterer Vorteil ist die strenge PCI-Spezifikation, die in der Version 2.0 sehr strenge Maßstäbe an die Hersteller von Hauptplatinen und Erweiterungskarten stellt (Länge der Leiterbahnen max. 4 cm, Taktleitung max. 6,4 cm, sehr hochwertige Kontakte an den Steckverbindungen, kapazitive Last der Erweiterungskarten max. 10 pF, max. 3 Erweiterungskarten, Bustakt 33 MHz, 64-Bit-Busbreite).

Ein weiterer Vorteil von PCI ist die automatische Konfiguration der Erweiterungskarten. Die Zeiten, da man sich mit *DIP-Schaltern* (Mäuseklavieren) herumschlagen oder auf IRQs (Interrupts) aufpassen mußte, sind vorbei, d.h. optimale Performance. Für alle PCI-Erweiterungskarten sind s.g. Konfigurationsregister definiert, die der Prozessor in der Startphase (Boot-Phase) ausliest und verwertet. Dadurch läuft die Initialisierung einer Karte vollkommen selbständig ab. Dies gilt auch für die *DMA-Kanäle* und *Portadressen*.

Für Pentium-PC's (80586er) ist der PCI-Bus z.Z. definitiv die leistungsfähigste und flexibelste Alternative. Im Test weisen PCI-Systeme, vorallem im Festplattenbereich in Verbindung mit SCSI-Controllern, eine ungewöhnliche Leistungsfähigkeit auf, die mit VLB-Systemen einfach nicht erreichbar ist. Die Werte im Grafikbereich liegen auch etwas besser als beim VLB-Bus. Will man also zukunftsorientiert kaufen und Wert auf einen sehr hohen Datendurchsatz legen, sollte man sich momentan für eine PCI-Lösung entscheiden.

	ISA	EISA	MCA	VLB	PCI
ISA-kompatibel	Ja	Ja	Nein	Ja	Ja
max. Transferrate (MB/s)	9	33	32	67	132
max. Speicheradressgröße (MB)	16	4096	4096	4096	4096
Busbreite (Daten) in Bit	8/16	32	32	32/64*	32/64
Busbreite (Adressen) in Bit	24	32	32	32	32/64
Taktfrequenzen (MHz)	8	8	10	40/50*	33
automatische Konfiguration	Nein	Opt.	Ja	Nein	Ja

7. Die Koordinierung des Datentransfers

Für die Ansteuerung externer Geräte und zur Steuerung ihres Datentransfers wird die CPU durch zwei Bausteine entlastet: den *DMA*- (**D**irect **M**emory **A**ccess) und den *Interrupt-Controller*. Über die *Ports* werden die verschiedenen Einheiten des PCs vom Prozessor adressiert und angesprochen.

7.1. Der Interrupt-Controller

Der *Interrupt-Controller* ist für die Steuerung externer Geräte, wie Tastatur, Erweiterungskarten, Schnittstellen usw., verantwortlich und entlastet damit die CPU von unnötigen Verwaltungsaufgaben. Denn ein Gerät, wie beispielsweise die Tastatur, muß in bestimmten Zeitabschnitten abgefragt werden, ob in der Zwischenzeit eine Eingabe erfolgt ist. Das gleiche gilt auch für die Maus oder eine Erweiterung wie Sound- oder Netzwerkkarte.

Um die Steuerung der Geräte möglichst ökonomisch zu gestalten, fragt die CPU nicht die Geräte ab, sondern die Geräte müssen sich selbst melden, wenn sie die Aufmerksamkeit des Systems auf sich ziehen wollen. In diesem Fall sendet das anfordernde Gerät einen *Interrupt* an die CPU, die daraufhin die Verarbeitung des aktuellen Programms unterbricht (Interrupt=Unterbrechung). Der Prozessor führt dann eine kleine Programm-Routine aus, der *Interrupt-Handler*, die vom BIOS bereitgestellt wird. Nach Beendigung dieser Routine führt die CPU die Bearbeitung des unterbrochenen Programms fort.

Die externen Geräte kommunizieren aber nicht direkt mit der CPU, um einen Interrupt auszulösen. Alle ausgesandten Interrupts werden zunächst vom Interrupt-Controller abgefangen und analysiert. Die Unterbrechungsanfragen erreichen den Controller über **Interrupt-Kanäle (IRQs, Interrupt Request Channels)**. Dabei handelt es sich um einzelne Leitungen auf der Hauptplatine zwischen dem Interrupt-Controller und den Erweiterungssteckplätzen und anderen Anschlüssen. Jeder Interrupt-Kanal dient normalerweise nur einem einzelnen Gerät und kann nicht zwischen mehreren Geräten aufgeteilt werden (Eine Ausnahme ist der weiter oben beschriebene PCI-Bus, hier können mehrere Geräte auf einen Kanal zugreifen, wodurch sich deutlich mehr als nur 15 Geräte wie beim normalen Interruptkonzept ansprechen lassen.). Aufgabe des Interrupt-Controller ist nun, die eintreffenden Interrupts abzufangen und entsprechend ihrer Priorität an die CPU weiterzuleiten.

Der normale AT-Bus unterstützt 16 Interrupts (von 0 bis 15) mit abgestufter Priorität. Für Erweiterungskarten stehen 11 Kanäle zur Verfügung. Bei einem PC sind in der Regel folgende Interrupts belegt:

IRQ	Funktion
0	Timer
1	Tastatur
2	Grafikkarte
3	2. serielle Schnittstelle (COM2)
4	1. serielle Schnittstelle (COM1)
5	2. parallele Schnittstelle (LPT2)
6	Diskettenlaufwerk
7	1. parallele Schnittstelle (LPT1)
8	Echtzeituhr
9	Frei
10	Frei
11	Frei
12	Frei
13	CO-Prozessor
14	Festplatte
15	Frei

7.2. Der DMA-Controller

DMA bezeichnet eine Technik, bei der Daten von einem Gerät direkt in den Arbeitsspeicher transferiert werden können. Durch diese Abkürzung kann der Datentransfer deutlich beschleunigt werden, im Gegensatz zum herkömmlichen Weg, wo die CPU softwaregesteuert jedes Byte von der Hardware abfragt und zum RAM-Speicher weiterleitet.

Allerdings wurde der DMA-Controller nicht der technischen Entwicklung angepaßt. Er arbeitet noch immer mit der gleichen Geschwindigkeit wie bei einem XT (8088). Daher wird besonders dann, wenn es auf hohe Datentransferraten ankommt, auf andere Techniken zu-

rückgegriffen. Trotzdem hat er immer noch seine Bedeutung, denn er hat noch eine weitere Aufgabe, den RAM-Refresh, mit dem der Dateninhalt der DRAMs neu aufgefrischt wird.

7.3. Die Ports

Eine weitere Institution, über die die Kommunikation von Erweiterungskarten und anderen Einrichtungen des PCs gesteuert wird, sind die *Ports*. Darunter kann man sich einen 16-Bit breiten Dateneingang bzw. -ausgang vorstellen, der mit einem Wert von 0 bis 65.536 gekennzeichnet ist.

Will die CPU Daten an eine Erweiterungskarte senden, legt sie zunächst ein Signal auf eine spezielle Busleitung, um die Aufmerksamkeit aller Geräte zu wecken. Anschließend legt sie die Portadresse des gewünschten Gerätes auf den Adreßbus. Das angesprochene Gerät reagiert darauf mit einem kurzen Signal, daß es bereit ist. Erst danach schickt der Prozessor die Daten über den Bus an das Zielgerät. In umgekehrten Fällen ist es das Gerät, das die Portadresse nach Aufforderung des Prozessors abschickt, um mitzuteilen, daß es Daten zur Verarbeitung absenden will.

Voraussetzung für einen einwandfreien Datenverkehr zwischen der CPU und den Erweiterungseinheiten ist eine genaue und eindeutige Zuweisung der Portadressen. Sobald zwei Einheiten mit der gleichen Adresse arbeiten, kommt es zu Konflikten und Verständigungsproblemen. Die meisten Karten verfügen daher über Möglichkeiten, die Portadressen, auf die sie reagieren, entweder über **DIP-Schalter** (Dual Inline Package-Schalter) oder über **Jumper** (Überbrückungsstecker) einzustellen.

Portadressen	Funktion
200H - 20FH	Gameport
210H - 217H	Frei
250H - 277H	Frei
278H - 27FH	LPT2
280H - 2EFH	Frei
2F8H - 2FFH	COM2
330H - 35FH	Frei
360H - 36FH	Netzwerkkarte
370H - 377H	Frei
378H - 37FH	LPT1
390H - 39FH	Frei
3E0H - 3EFH	Frei
3F8H - 3FFH	COM1

7.4. Schnittstellen

Schnittstellen oder **Interfaces** stellen die Verbindung zwischen der Zentraleinheit und den angeschlossenen speziellen Ein- und Ausgabegeräten her. Dies gilt nicht für die Tastatur und den Monitor, hier gibt es direkte Verbindungswege (Adapter). Drucker, Maus, Modem, Scanner und andere Geräte müssen dagegen über eine Schnittstelle angeschlossen werden. Auf diese Weise kann auch der Kontakt zu anderen Rechnern zum Datenaustausch (z.B. LapLink-Verfahren) erfolgen.

Grundsätzlich gibt es zwei Arten der Datenübertragung: *seriell* und *parallel*.

Dementsprechend haben wir es auch mit zwei Arten von Schnittstellen zu tun. Die Geräte, zwischen denen Daten ausgetauscht werden sollen, müssen jeweils an die gleiche Art der Schnittstelle angeschlossen sein, also zum Beispiel Drucker und PC an die parallele, Maus und PC an die serielle Schnittstelle.

7.4.1. Die serielle Schnittstelle

Die serielle Schnittstelle, häufig auch als RS 232 C - oder V.24-Schnittstelle bezeichnet, erkennt man normalerweise an einer 25poligen Minibuchse. Bei älteren Rechnern arbeitet diese Schnittstelle noch mit 9 Polen.

Bei der seriellen Übertragung werden die einzelnen Bits nacheinander transferiert. Hierzu ist es natürlich erforderlich, daß die über den Bus transportierten parallelen Informationen in ein serielles Format umgewandelt werden. Dazu wird ein Interface-Baustein verwendet, der die Signale beim Empfangen wie auch beim Senden in das jeweilige Format bringt.

Da nur eine Datenleitung für die Informationsübertragung genutzt wird, erfolgt über diese Leitung der Datenaustausch in beide Richtungen. Dazu muß festgelegt werden, auf welcher Seite gesendet

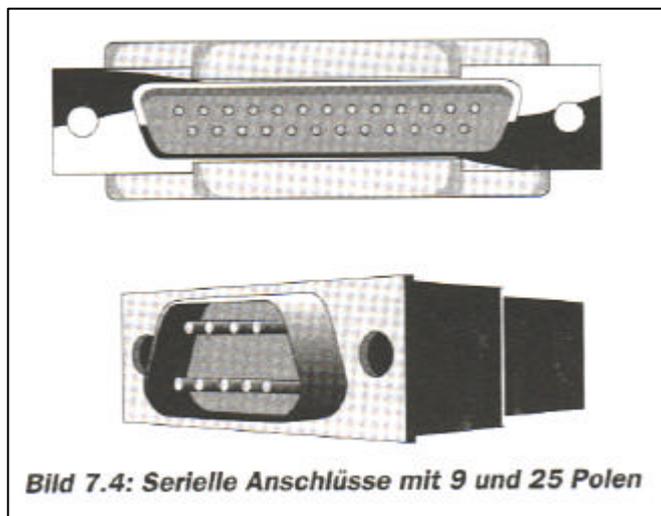


Bild 7.4: Serielle Anschlüsse mit 9 und 25 Polen

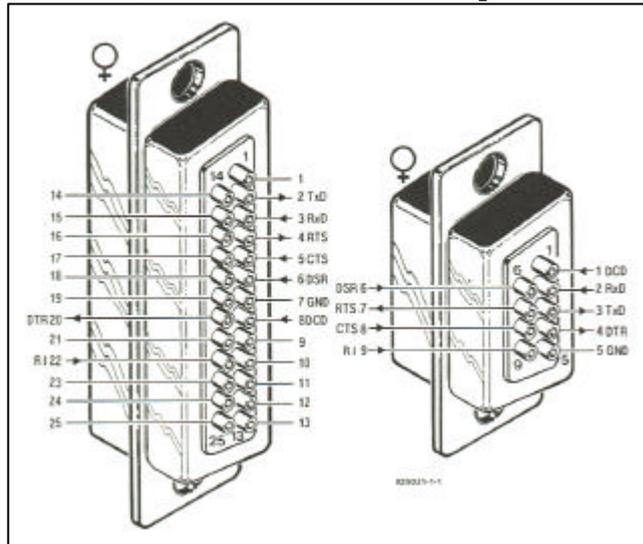
und auf welcher empfangen wird. Um den Beginn einer Datenübertragung zu kennzeichnen, wird ein s.g. *Startbit* über die Leitung geschickt. Danach folgen die Signale und Daten eines Datenwortes. Für die Codierung eines Datenwortes werden bei der seriellen Übertragung zwei verschiedene Standards verwendet. Der *ASCII-Code* ermöglicht auf der Basis von 7 Bit die Codierung von 128 Zeichen. Neben den Buchstaben und Ziffern gehören dazu auch spezielle Steuerzeichen. Der *erweiterte ASCII-Code* verwendet 8 Bit und codiert damit 256-Zeichen. Dieser Zeichensatz ist durch Symbole für graphische Darstellungen ergänzt.

Um Übertragungsfehler auszuschalten, wird nach der Übertragung eines Datenwortes ein *Paritätsbit* gesendet. Hiermit wird die Quersumme eines Bytes bezeichnet. Sie kann entwe-

der 0 oder 1 sein, genauer: beim Senden oder Empfangen von Daten werden die Anzahl der 1-Werte eines Bytes gezählt. Ist die Anzahl dieser Werte gerade, so erhält das Paritätsbit den Wert 1, ist es ungerade den Wert 0. Eine Elektronik auf der Hauptplatine überprüft jedes gelesene Byte auf Richtigkeit und vergleicht es mit dem Ursprungswert. Bei einer Abweichung wird ein Interrupt erzeugt, der die Ausführung des aktuellen Programms unterbricht. Das System löscht daraufhin den Bildschirminhalt und gibt die Fehlermeldung: *Parity Check Error* aus. Da das System in diesem Stadium gänzlich blockiert ist, muß danach der Rechner neu gebootet (gestartet) werden.

Um das Ende eines Datenwortes zu kennzeichnen, werden zuletzt 1 bis 2 *Stopbits* auf die Datenleitung gelegt. Für die Übertragung eines Datenwortes ergeben sich somit mindestens 10 Bit.

Um die Geschwindigkeit der Datenübertragung anzugeben, wird die Einheit **Baud** verwendet. Die *Baudrate* gibt die Anzahl der übertragenen Bits pro Sekunde an. Dabei werden die Start-, Paritäts- und Stopbits mitgezählt. Bei einer üblichen Übertragungsgeschwindigkeit von 9.600 Baud werden also maximal 960 Datenwörter pro Sekunde übertragen.



In der Regel lassen sich über die serielle Schnittstelle verschiedene Übertragungsraten realisieren. Die zulässigen Werte liegen zwischen 0 und 19.200 Baud. Die Einstellung kann entweder durch eine Übertragungssoftware erfolgen, z.B. bei der Arbeit mit einem **Modem** (**Modulator-Demodulator**; Gerät zur Übertragung von Daten über ein Telefonnetz), oder über den DOS-Befehl: `MODE` (MS-DOS, **MicroSoft-Disk Operating System** = gängigstes Betriebssystem für PCs).

Um eine serielle Schnittstelle über das Betriebssystem anzusprechen, verwendet DOS die Geräteerkennung COM plus Angabe einer Nummer der Schnittstelle, z.B. COM1, COM2 bis max. COM4. Die weiteren Übertragungsparameter für `MODE` werden folgendermaßen definiert: `MODE COMx: Baudrate, Parität, Datenbit, Stopbit, Parameter`.

Um die Übertragungsrate der seriellen Schnittstelle COM1 auf 9.600 Baud festzulegen, genügt der Befehl: `MODE COM1 : 96`.

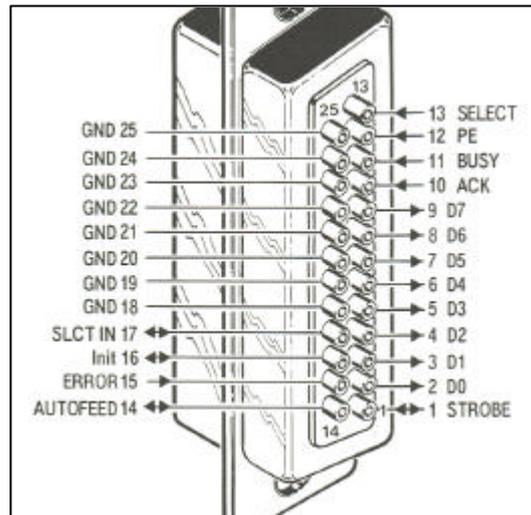
Für die nicht besetzten Parameter verwendet DOS die Standardeinstellungen (gerade Parität, sieben Datenbits, ein Stopbit).

Ein Vorteil der seriellen Übertragung ist, daß die Kabel bis zu 1000 m lang sein dürfen. Will man z.B. einen lauten Drucker in einen anderen Raum verbannen, kann er nur an die serielle Schnittstelle angeschlossen werden, da die Kabellänge einer parallelen Schnittstelle nicht länger als 6 m sein darf. Die Druckgeschwindigkeit an einer seriellen Schnittstelle wäre allerdings eine extrem langsame Angelegenheit.

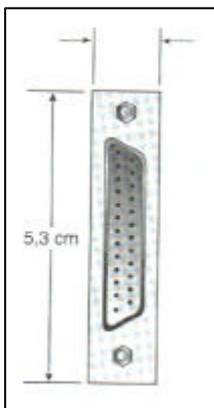
7.4.2. Die parallele Schnittstelle

Die parallele Datenübertragung ist sehr schnell und im allgemeinen der seriellen vorzuziehen. Statt über eine einzige Datenleitung erfolgt bei dieser Schnittstelle der Datentransfer über 8 Leitungen. Dadurch kann pro Leitungstakt jeweils ein komplettes Byte gleichzeitig übertragen werden. Allerdings ist der Transfer nur in einer Richtung möglich. Aus diesem Grund sind nur Ausgabegeräte an diese Schnittstelle angeschlossen, wie z.B. der Drucker.

Die parallele Übertragung ist zwar im allgemeinen schneller als die serielle, funktioniert aber nur über kurze Entfernungen störungsfrei. Länger als 6 m sollte das Kabel nicht sein. Dann wird das s.g. *Übersprechen* (Nebensprechen beim Telefonieren) zwischen den Leitungen zu groß, das heißt, die elektrischen Impulse stören sich gegenseitig (kapazitive Last der Leitungen untereinander in Verbindung mit hohen Frequenzen erzeugen Signaldeformationen).



Zur



Steuerung des Datentransfers dienen bei der parallelen Übertragung die Steuerleitungen *STROBE* und *ACKNLG* bzw. *BUSY*. Über die *STROBE-Leitung* weist der Computer den Drucker (oder ein anderes paralleles Endgerät) darauf hin, daß über die Datenleitungen Informationen übertragen werden sollen. Der Drucker kann darauf mit zwei verschiedenen Signalen reagieren. Sendet der Drucker ein Signal über die *BUSY-Leitung*, so zeigt er dem Computer an, daß er gerade Daten verarbeitet und nicht in der Lage ist, weitere Informationen zu empfangen. Meldet sich der Drucker dagegen mit einem *ACKNLG-Signal*, weiß der Computer, daß die Daten empfangen worden sind.

Parallele Schnittstellen (*Centronics-Interface*) werden unter DOS mit der Gerätekennung LPT1 bis LPT3 bezeichnet.

8. Speichermedien

Der Arbeitsspeicher eines PCs wird in der Regel aus DRAM-Modulen zusammengesetzt. Nachteil dieser Speicher ist, daß sie „datenflüchtig“ sind, d.h. alle während einer Arbeitssit-

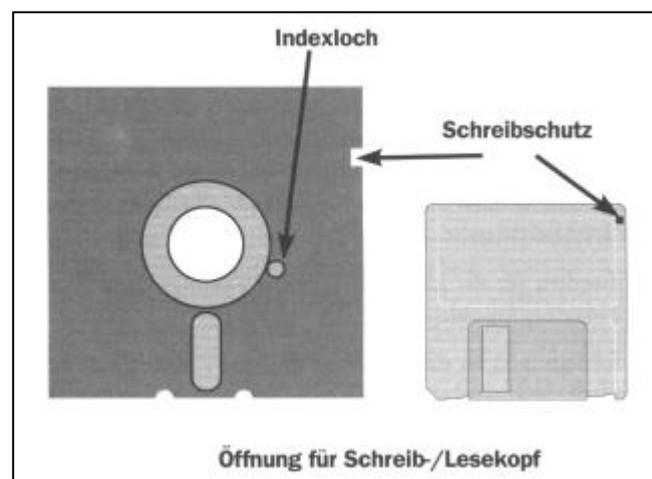
zung gespeicherten Daten werden beim Ausschalten des Rechners gelöscht. Damit Daten und Programme nicht verloren gehen, müssen sie auf s.g. Massenspeichern abgelegt werden, die die Daten auch dann konservieren, wenn die Versorgungsspannung des Geräts abgeschaltet wird. Hierzu benutzt man in der Regel magnetische Datenspeicher wie Disketten und Festplatten. Wird die Kapazität solcher Medien zu klein, so bedient man sich Wechselplatten, Magnetbändern, CD-ROMs oder magnetooptischer Platten.

Speichern heißt aber nicht nur Daten weglegen, sondern vorallem sie auch schnell wiederfinden. Dies ist einerseits eine Frage der Datenorganisation auf dem betreffenden Datenträger, auf der anderen Seite aber auch eine Frage der Datenübertragungsgeschwindigkeit, die einem bestimmten Speichermedium möglich ist.

8.1. Diskettenlaufwerke (Floppy Disks)

Der einfachste magnetische Datenspeicher ist die s.g. *Diskette* oder *Floppy Disk* mit einem Durchmesser von 5,25 ″ (″:Zoll; etwa 13cm) bzw. 3,5 ″ (etwa 9cm). Sie besteht aus einer runden scheibenförmigen dünnen Platte aus Kunststoff, die mit einer extrem dünnen magnetisierbaren Schicht, ähnlich wie beim Tonband, beschichtet ist.

Da Disketten empfindlich gegen mechanische Einwirkungen von außen sind, stecken die 5,25 ″- Ausführungen zum Schutz in flexiblen Plastiktaschen, die innen mit einem weichen Vlies ausgekleidet sind. Die 3,5 ″- Versionen hingegen befinden sich in einem stabilen, festen Plastikgehäuse, das keine direkt zugänglichen Öffnungen enthält. Die Öffnung für den *Schreib-/Lesekopf* des Diskettenlaufwerkes ist durch eine verschiebbare Metallmanschette verschlossen, die erst im Diskettenschacht geöffnet wird.

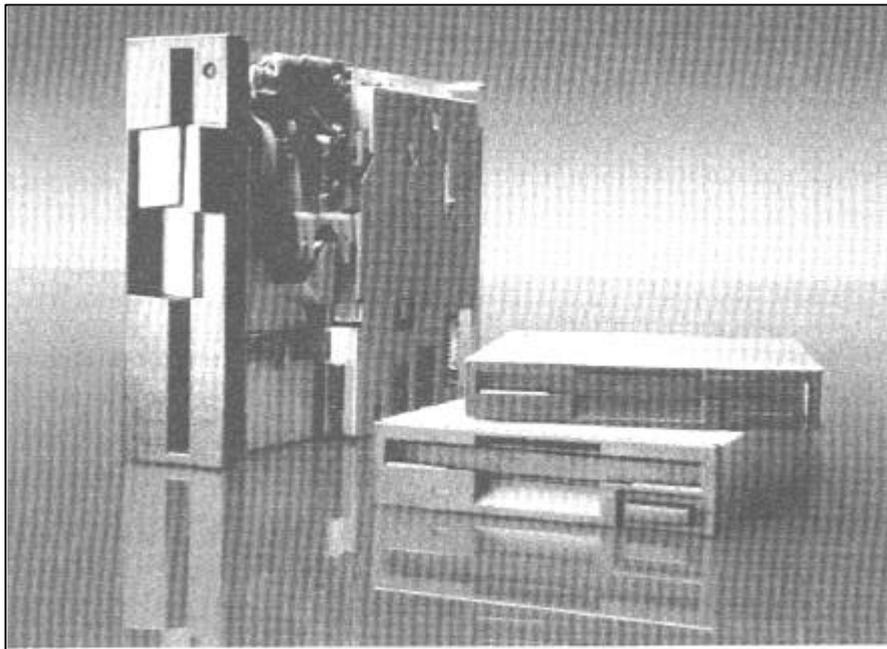


Auf der Hülle der 5,25 ″ - Diskette befindet sich ein kleines Loch, das *Indexloch*, mit dem auf der Hülle der 5,25 ″-Zoll-Diskette ein kleines Loch, das *Indexloch*, mit dem eine bestimmte Stelle auf der Diskette markiert wird. Eine *Kerbe* in der Plastikhülle dient dazu, die Diskette bei Bedarf vor ungewolltem Überschreiben und Löschen zu schützen. Hierzu

kann die Kerbe mit einem lichtundurchlässigen Klebestreifen überdeckt werden. Im Diskettenlaufwerk befindet sich eine Photozelle, welche überprüft, ob die Diskette schreibgeschützt ist.

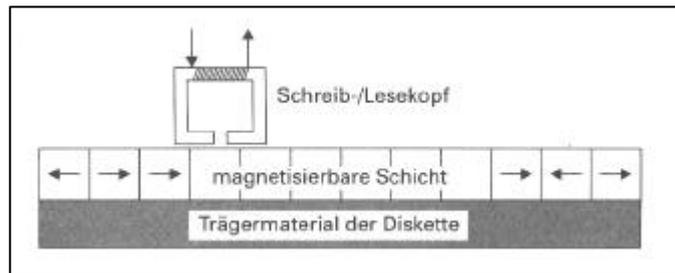
Auch bei 3,5''-Disketten läßt sich der Schreibschutz mit einem kleinen Schalter einschalten (Schalter nach unten heißt: *Write Enable*, Schalter nach oben: *Write Protect*).

Um mit einer Diskette zu arbeiten, wird ein spezielles Laufwerk benötigt. Diskettenlaufwerke besitzen einen *Schacht* (Schlitz), in den die Diskette mit der Öffnung für den Schreib-/Lesekopf voraus hineingeschoben wird. Auf jeder Diskette befindet sich ein Beschriftungsetikett (Label), das beim Einschieben des „korrekt“ eingebauten Laufwerks nach oben zeigen muß. Bei 5,25''-Laufwerken muß nach dem Einlegen der Diskette noch der Schacht, durch Herumlegen eines Hebels, verriegelt werden. Mit dem Hebel ist noch ein Konus verbunden, der beim Schließen des Schachts in das gestanzte Loch in der Mitte der Diskette eingreift und sie somit zentriert und festklemmt. Dieser Konus ist mit einem Elektromotor verbunden, der die Diskette in eine Rotation von 360 Umdrehungen pro Minute versetzt. Gleichzeitig senken sich zwei Schreib-/Leseköpfe auf die Ober- und Unterseite der beschichteten Plasticscheibe. Da die Köpfe direkt auf der Scheibe aufsetzen, ist sie aus einem flexiblen Material gefertigt, damit immer ein guter Kontakt gewährleistet ist. Beim Einlegen der 3,5''-Disketten genügt das Einschieben bis zum Anschlag, die Scheibe wird automatisch arretiert.

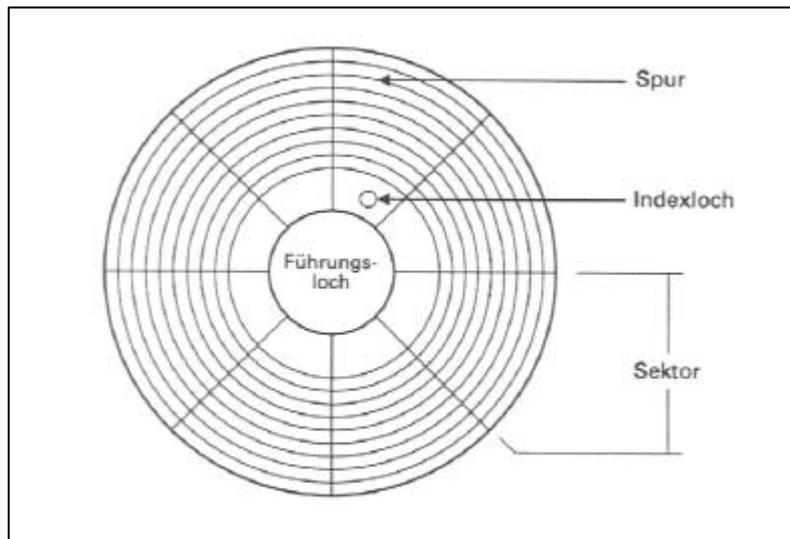


Empfängt das Laufwerk Speicher-, also *Schreibbefehle*, werden die anrollenden Informationen digital über den Schreibkopf auf die Scheibe gespielt. Die magnetisch abgelegten Informationen auf der Beschichtung der Scheibe bestehen aus logischen Einsen und Nullen. Dabei werden Punkte so magnetisiert, daß ihre Magnetisierungsrichtung in oder gegen die Laufrichtung des Systems verläuft. Die Richtung entspricht der zu kodierenden Information: Eins oder Null.

Beim *Lesen* reagiert der Kopf auf die unterschiedlichen Magnetisierungen, die unterschiedliche Spannungstöße im Lesekopf erzeugen. Diese werden dann wieder in Einsen und Nullen umkodiert.



Die einzelnen Informationen sind auf der Diskette nicht wahllos verstreut. Während bei einer Schallplatte der Tonarm spiralförmig von außen nach innen die Platte abtastet, kann der Schreib-/Lesekopf über ringförmige *Spuren* eingestellt werden, die parallel zu einander liegen. Die Unterteilung in Spuren ist jedoch noch zu grob, um bestimmte Informationen möglichst schnell finden zu können. Aus diesem Grunde werden die Spuren weiterhin in *Sektoren* unterteilt.



Die Aufteilung der Diskette in Spuren und Sektoren muß vom Anwender selbst durchgeführt werden. Dieser Vorgang wird als *Formatierung* bezeichnet und durch ein spezielles Programm des *Betriebssystems* (z.B. MS-DOS) durchgeführt.

Format-Befehl:

Format [Laufwerkname]: / [Schalter] < Return (Enter) - Taste >

Schalter sind unterschiedliche Anweisungen an den Format-Befehl, wie z. B. :

- /F: Diese Option legt die Kapazität der zu formatierenden Diskette fest
- /Q: Ist eine Schnellformatierung im Sinne eines Magnetisierungs-Refreshs
- /S: System kopiert beim Formatieren die Systemdateien IO.SYS/DOS.SYS mit
- /V: Hiermit kann zu der Diskette ein Name zugewiesen werden (Label)

Konkrete Beispiele:

Format b: /F: 720 d.h. Im Laufwerk B einer 1,44 MB Floppy Disk liegt eine 3,5''
- Diskette mit 720 KB (*DD/DS*). Diese soll formatiert werden.

DD: Double Density/ **DS:** Double Sided/ **HD:** High Density

Format a: /F: 360 d.h. Im Laufwerk A einer 1,2 MB Floppy Disk liegt eine 5,25''
- Diskette mit 360 KB (*DD/DS*). Diese soll formatiert werden.

Format b: d.h. Im Laufwerk B einer 1,44 MB Floppy Disk liegt eine 3,5 ''
- Diskette mit 1,44 MB (*HD/DS*). usw.

Will man weitere Informationen zum Format-Befehl, so findet man diese in der entsprechenden Literatur oder unter folgendem Format-Befehl: *c:\ Format /? <Enter >*

Damit Daten wiedergefunden werden können, wird die Diskette nach einem bestimmten Schema organisiert. Ähnlich wie jede Zelle im Arbeitsspeicher eine Adresse besitzt, werden auch die Sektoren gekennzeichnet. Jede Plattenseite erhält eine Nummer, sowie jede Spur und jeder Sektor. Dadurch läßt sich jede Spur eindeutig adressieren. Die Zuordnung der Adressen zu den einzelnen Sektoren übernimmt ebenfalls das Betriebssystem. Dieses Programm ist für die gesamte Verwaltung und Organisation des Plattenspeichers verantwortlich. Das Betriebssystem gibt seine Befehle an den *Controller* weiter, der die Steueraufgaben übernimmt. Ein Controller ist eine Baueinheit, die in Form einer Platine im Erweiterungsstecker des Bussystems eingebaut ist. Der Controller teilt dem Schreib-/Lesekopf mit, daß er einen bestimmten Sektor mit einer bestimmten Adresse lesen soll. Controller lassen sich nach der Art, wie sie die Informationen kodieren, unterscheiden. Wir werden sie später, in Verbindung mit den Festplatten, näher kennenlernen.

Bei normalen PCs werden beide Seiten einer Diskette genutzt. Eine 5,25 ''- Diskette mit 1,2 MB wird unterteilt in 80 Spuren und 15 Sektoren. Jeder Sektor auf einer Spur kann 512 Byte speichern. Multipliziert man diese einzelnen Werte, so erhält man die Gesamtspeicherkapazität einer Diskette von :

$$\begin{aligned} 2 \text{ Seiten} \times 80 \text{ Spuren} \times 15 \text{ Sektoren} \times 512 \text{ Byte} &= 1.228.800 \text{ Byte} \\ &= 1.200 \text{ KBytes} . \end{aligned}$$

Man nennt sie (irrtümlicherweise) **1,2 MB-Laufwerke (1,172 MB)**. Das sind ungefähr 600 DIN- A4 - Seiten voll beschrieben.

Bei einer 1,44 MB - Diskette bedeutet das :

$$\begin{aligned} 2 \text{ Seiten} \times 80 \text{ Spuren} \times 18 \text{ Sektoren} \times 512 \text{ Byte} &= 1.474.560 \text{ Byte} \\ &= 1.440 \text{ KBytes} \end{aligned}$$

Man nennt sie (s.o.) **1,44 MB-Laufwerke (1,406 MB)**.

Man liest manchmal auf s.g. *No-Name-Disketten* den Begriff *Single Sided*. Das heißt jedoch nicht, daß nur eine Seite der Scheibe magnetisierbar ist. Disketten werden nach der Herstellung auf ihre Funktionstüchtigkeit überprüft. Bei einseitigen Disketten wird nur eine Seite getestet. Diese Scheiben können von beiden Seiten bespielt werden, es ist jedoch möglich, daß eine Seite fehlerhaft ist und nicht alle Sektoren beschrieben werden können. Diese Wahrscheinlichkeit ist jedoch nicht sehr groß und würde sie eintreten, wäre dies auch nicht tragisch, der fehlerhafte Sektor (Sektoren) würde(n) vom System erkannt und lediglich nicht beschrieben werden. *No-Name-Produkte* („Markenfabrikate“ in weißer Packung) sind jedoch wesentlich billiger als s.g. Markenfabrikate, da Überproduktionen auf den Markt geworfen werden, um die Preise der besagten teuren Markenprodukte zu stabilisieren.

	Größe 5,25 Zoll Typ: DS/DD		Größe 5,25 Zoll Typ: DS/HD		Größe 3,5 Zoll Typ: DS/DD		Größe 3,5 Zoll Typ: DS/HD	
Spuren/Seite	40	80			80	80		
Sektoren/Spur	9	15			9	18		
Bytes/Spur	512	512			512	512		
Aufzeichnungsseiten	2	2			2	2		
Speicherkapazität in KByte	360	1200			720	1440		

DD = Double Density (doppelte Dichte)
 HD = High Density (hohe Dichte)
 DS = Double Sided (zweiseitig)

Auf der Rückseite vieler Disketten-Schutzhüllen sind Ratschläge aufgeführt, wie man seine Disketten behandeln sollte. Danach sollte man:

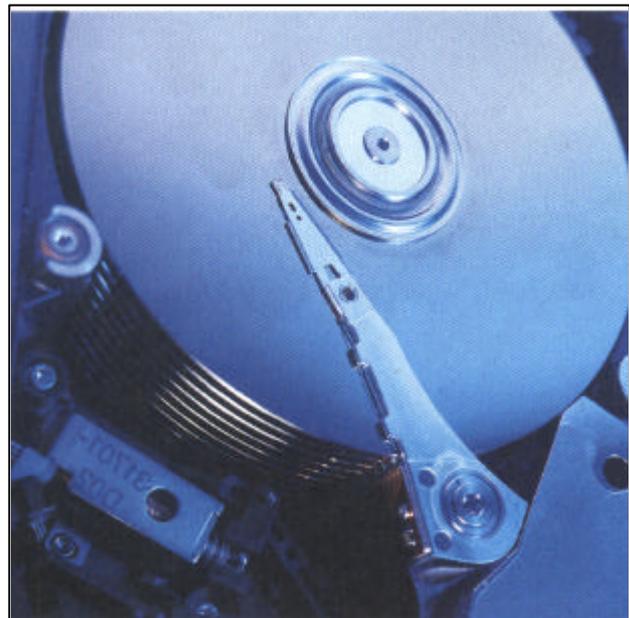
- ⇒ Die Oberfläche der Scheibe nie mit den Fingern berühren. Die Fingerspitzen sind meist feucht und fettig, durch eine Berührung würde die Oberfläche beschmutzt und Informationen eventuell zerstört.
- ⇒ Disketten nie in die Nähe von magnetischen Feldern aufbewahren. Fast alle elektrischen Geräte entwickeln magnetische Felder, auch Computer und Monitor.
- ⇒ Disketten nie verbiegen. Durch die Verbiegung kann die Beschichtung beschädigt werden. Wird eine Diskette geknickt, so kann man von ihr keine Informationen mehr lesen. Zum Transport und zur Lagerung gibt es spezielle Disketten-Boxen.
- ⇒ Disketten nie extremen Temperaturen aussetzen.

8.2. Die Festplatte (HD: Hard Disk)

Die Speicherkapazität von Disketten ist für die meisten Anwendungen nicht ausreichend, man benutzt sie hauptsächlich als Datenträger. Viele Programme erhalten immer mehr Funktionen, werden dadurch leichter bedienbar, steigern allerdings erheblich ihren Speicherbedarf. So ist es nicht außergewöhnlich, wenn ein Programm, z.B. eine Textverarbeitung oder ein Grafikprogramm, mal locker zwischen 11 und 18 Disketten umfaßt. Um solche Programme nutzen zu können, sind Festplatten zwingend erforderlich.

Die meisten Festplatten bestehen aus den Hauptkomponenten Platten, Laufwerksarme, Schreib-/Leseköpfe und Kopf-Aktuator. Diese Teile befinden sich in einem luftdicht abgeschlossenen Gehäuse. Dieses Gehäuse sollte man auf keinen Fall öffnen, sie wäre anschließend nicht mehr zu gebrauchen. Innerhalb des Gehäuses befindet sich Luft, die ebenso rein ist wie die in den „Reinräumen“ der Chiphersteller.

Eine Festplatte besteht aus einer oder mehreren starren Metallplatten (Meist Aluminium, manchmal auch Glas als Trägermaterial), die mit besonders gutem magnetisierbarem Material beschichtet sind, das sehr hohe Schreibdichten erlaubt. Dadurch können auf den einzelnen Platten erheblich mehr Spuren und Sektoren aufgezeichnet werden als auf Disketten, obwohl sie den gleichen Durchmesser haben (Es gibt ebenfalls die Bauformate 5,25'' bzw. 3,5'' wie bei den Disketten). Eine Festplatte kann zum Beispiel 600 oder auch über 1000 Spuren aufweisen. Diese Spuren sind wie bei einer Diskette weiter in Sektoren eingeteilt.



Festplattenlaufwerke für PCs verfügen je nach Spurdichte und Plattenzahl über Speicherkapazitäten zwischen heute 80 bis 2000 Mbytes und mehr. Auf einem 300 MB-Laufwerk ließe sich bereits das komplette Brockhaus-Lexikon unterbringen. Solche größeren Laufwerke bestehen meist nicht nur aus einer, sondern aus zwei oder drei Platten, die übereinander angeordnet sind.



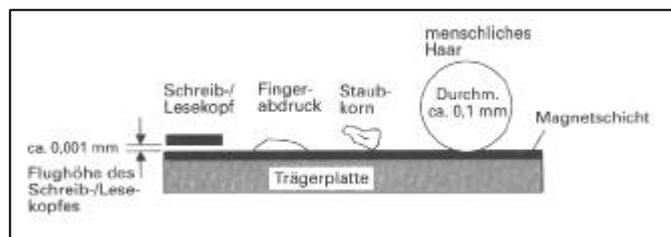
Während sich in manchen älteren Rechnermodellen noch Laufwerke mit Platten von 5,25'' Durchmesser befinden, werden heutzutage die meisten Laufwerke mit 3,5''-Laufwerken ausgeliefert. Es gibt aber

inzwischen auch Laufwerke mit 2,5'', 1,8'' und sogar mit 1,3'' Durchmesser. Besonders für die kleinen tragbaren Rechner (Notebook) sucht man noch immer kompaktere Formate.

Trotz der ungeheuren Speicherkapazität können die gespeicherten Daten 10mal so schnell gefunden werden wie bei einer Diskette. Ein Grund dafür ist die hohe Umdrehungsgeschwindigkeit der Platten, die 3600 Umdrehungen pro Minute beträgt; manche Modelle arbeiten inzwischen bereits mit über 5000 Umdrehungen. Diese hohe Umdrehungszahl wird erreicht, weil hier keinerlei Reibung mit der Plattenhülle auftritt. Die Platten werden durch einen Spindelmotor direkt angetrieben.

Jeder Platte sind zwei Schreib-/Leseköpfe zugeordnet, einen für die Ober- und einen für die Unterseite der Platte. Sie werden von einem Arm festgehalten. Bei einem Stapel mit mehreren Platten sind die **Laufwerksarme** gekoppelt, so daß sie sich synchron bewegen; daher wirken die gekoppelten Laufwerksarme wie ein Kamm. Bei manchen Platten werden die Laufwerksarme durch eine kleine Feder automatisch in die Ruheposition über der innersten Plattenspur gezogen. Auf dieser Spur können die Schreib-/Leseköpfe abgesenkt werden, ohne daß die Gefahr besteht, das magnetische Material auf den Platten zu beschädigen und dadurch Daten zu zerstören.

Im Gegensatz zur Diskette berührt der Schreib-/Lesekopf nicht die Plattenoberfläche. Wird der Plattenstapel in Drehung versetzt, kommt der s.g. **Bernoulli-Effekt** zum Tragen; durch die hohe Rotationsgeschwindigkeit entsteht zwischen der Plattenoberfläche und dem Schreib-/Lesekopf ein



Luftpolster, so daß der Kopf im Abstand von 1 µm auf diesem Polster über der Platte schwebt. Ein Staubkorn oder auch nur ein Fingerabdruck auf der Platte ließen den Kopf auf ein Hindernis prallen. Deshalb ist die Platte hermetisch eingeschlossen.

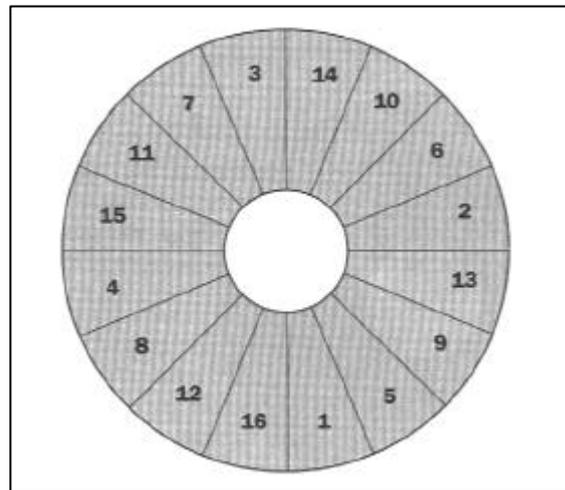
Für die Bewegung der Laufwerksarme mit den Schreib-/Leseköpfen ist der s.g. **Aktuator** zuständig. Er positioniert die Köpfe über den jeweils benötigten Spuren der Platte. Mit Hilfe eines kleinen Motors können die Köpfe stufenlos über der Festplatte positioniert werden. Damit die Laufwerkselektronik weiß, an welcher Position sich die Köpfe gerade befinden, müssen die Platten mit einer **Indexspur** gekennzeichnet sein, anhand derer sich die Köpfe orientieren können. Eine Feinabstimmung der Spur erfolgt anschließend über die Auswertung der eingelesenen Signalstärke. Diese Informationen werden nicht wie bei den Disketten bei der Formatierung auf die Platte geschrieben, sondern durch die s.g. **Low-Level-Formatierung** (Bevor HDs eine logische Einteilung i.S. eines Betriebssystems erhalten - **Hartformatierung** -, werden sie vom Hersteller physikalisch vorbereitet). Hierbei werden auch die Sektoren angelegt.

Die Adressierung der einzelnen **Sektoren** geschieht ungefähr nach dem gleichen Prinzip wie bei der Diskette. Ein Unterschied ergibt sich bei Laufwerken mit mehreren Platten. Jede Plattenseite hat die gleiche Anzahl von **Spuren**, die von Null an aufsummiert sind. Übereinanderliegende Spuren haben die gleiche Nummer und werden als **Zylinder** bezeichnet. Bei

der Adressierung wird die Nummer der Spur durch die Nummer des Zylinders und einer Kennung für die Plattenseite ersetzt. Allerdings sind die einzelnen Sektoren nicht, wie bei den Disketten, aufsteigend durchnummeriert. Festplatten arbeiten teilweise so schnell, daß ein Rechner oft nicht mitkommt. Sollen z.B. mehrere Sektoren geschrieben werden, benötigt er nach jedem geschriebenen Sektor eine bestimmte Zeit, um neue Daten zu verarbeiten. Während dieser recht kurzen Zeit dreht sich die Platte weiter, und der Lesekopf befindet sich eventuell schon 4 Sektoren weiter vom eben beschriebenen Sektor entfernt. Um Zeit zu sparen, wird an dieser Stelle (also 4 Sektoren weiter) der eigentlich nächste Sektor geschrieben.

Weitere Informationen werden wieder auf den dann nachfolgenden vierten Sektor gespeichert, usw. Die Sektoren sind entsprechend der Reihenfolge, wie sie beschrieben wurden, durchnummeriert, obwohl sie physikalisch anscheinend wahllos angeordnet sind. Dieser Sektorversatz (hier im Beispiel um jeweils 4 Sektoren) legt den s.g. **Interleave-Faktor** fest. In dem eben beschriebenen Beispiel liegt der Interleave-Faktor bei 4. Er ist von Computer zu Computer verschieden. Die Zugriffsgeschwindigkeit ist von der Laufwerksmechanik abhängig. Die Datenübertragungsrate, d.h. die Anzahl der Daten, die pro Sekunde gelesen oder geschrieben werden, ist vom Interleave-Faktor abhängig.

Je schneller der Festplattencontroller die ankommenden und auszulesenden Daten verarbeiten kann, desto geringer kann der Interleave-Faktor eingestellt werden. In vielen Rechnern arbeiten inzwischen Festplatten mit einem Interleave-Faktor von 1:1, nicht zuletzt wird dieser optimale Wert durch den **Cache-Speicher** (System-Cache als auch separater Festplatten-Cache direkt auf der Platte oder dem Controller in Form eines Host-Adapters).



Ein weiteres Optimierungsverfahren stellt das **Zone-Bit-Recording** dar. Es handelt sich dabei um die Einteilung der Platte in Spurengruppen, dies sind Zonen unterschiedlicher Präferenz. Es soll hier nicht näher behandelt werden.

Ein kleines Problem bei modernen Festplatten stellt das **BIOS** des PCs dar. Um eine Festplatte korrekt ansprechen zu können, müssen die wichtigsten Parameter (Kenngrößen) der Platte dem BIOS bekannt gemacht werden. Dabei sind die Einstellungsmöglichkeiten auf 1024 Zylinder, 16 Köpfe und 64 Sektoren (von 0 bis 63) begrenzt. In Anbetracht der Tatsache, daß Sektoren 512 Byte enthalten, ergibt sich aus der Multiplikation der einzelnen Werte als maximale Größe einer Festplatte ein Wert von 512 Mbytes. Trotzdem gibt es inzwischen Festplatten, die wesentlich mehr Speicherplatz haben, wie ist das zu erklären?

Hier hilft der s.g. **Translations-Modus**, bei dem der Festplatte im BIOS *Zylinder- und Kopfzahlen* zugeordnet werden können, die nicht mit den physikalischen, tatsächlich auf der Platte existierenden Werten übereinstimmen. Für die Umsetzung der verschiedenen Werte ist dann der intelligente Controller zuständig, der die BIOS-Werte in die physikalischen Werte übersetzt.

Ein anderer Weg ist das **Logical-Block-Adressing (LBA)**, das durch eine bestimmte Art der Adressierung eine oder mehrere Festplatten bis zu einer Gesamtkapazität von 63 GBytes verwaltet. Voraussetzung ist ein spezieller Treiber, der die o.g. **BIOS-Beschränkungen** umgeht.

Ein Maßstab für die Verarbeitungsgeschwindigkeit einer Festplatte ist die **mittlere Zugriffszeit**, sie wird in ms angegeben. Das sind Zeiten, die der Schreib-/Lesekopf einer Festplatte benötigt, um von einer Spur (x) auf eine mittelweit entfernte Spur (y) zugreifen zu können. Diese mittlere Zugriffszeit ist ein wesentliches Kriterium bei der Auswahl einer Festplatte. Heute liegen gute Festplatten bei Werten < 10 ms.

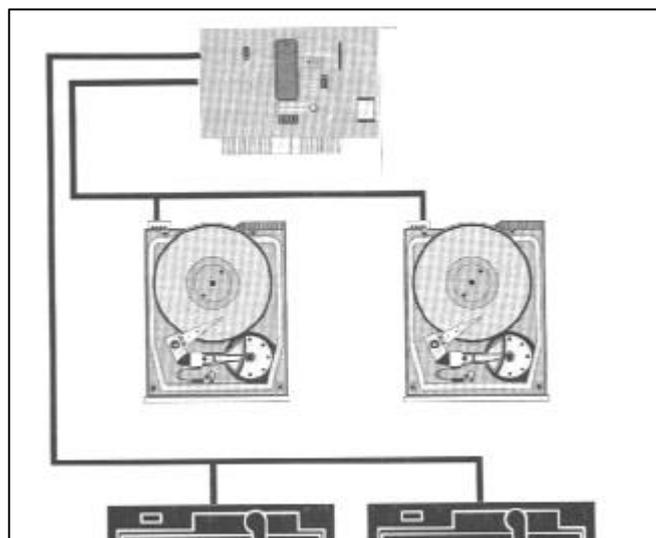
8.3. Festplatten-Controller

Controller steuern den Betrieb externer Speichermedien, wie Disketten- und Festplatten, Streamer (Datensicherung), CD-ROM, usw. Es handelt sich hierbei um besondere Steckkarten, die die Funktionen dieser Massenspeicher kontrollieren und die Verbindung zur Zentraleinheit darstellen.

Während Diskettenlaufwerke keine allzu großen Anforderungen an den Controller stellen, ist die Leistungsfähigkeit der Festplatte ganz entscheidend vom Controller abhängig. Die wichtigste Maßzahl für die Festplatte ist neben der Speicherkapazität die Zugriffszeit. Sie gibt aber lediglich Aufschluß darüber, wie lange die Festplatte benötigt, um auf die angeforderten Daten zuzugreifen. Ebenso wichtig ist aber auch, wie schnell anschließend der Festplattencontroller die angeforderten Daten über den Datenbus dem Arbeitsspeicher zur Verfügung stellt, denn erst dann sind sie für den Rechner verfügbar. Dieses Kriterium wird als Daten-transfer- oder Datenübertragungsrate bezeichnet und in KBytes pro Sekunde gemessen. Diese Rate hängt u.a. vom jeweiligen Aufzeichnungsverfahren ab, mit dem die Daten auf dem Massenspeicher kodiert werden, und dem Controller, der dieses Verfahren realisiert. Die wichtigsten Controllertypen sind:

- Standard ST-506
- ESDI
- IDE
- SCSI

Die beiden ersten Typen sind heute nicht mehr aktuell (ca. 2% in 1992), ganz im Gegenteil zu den **IDE-Controller** mit einem Marktanteil von ca. 80% im gleichen Jahr. SCSI



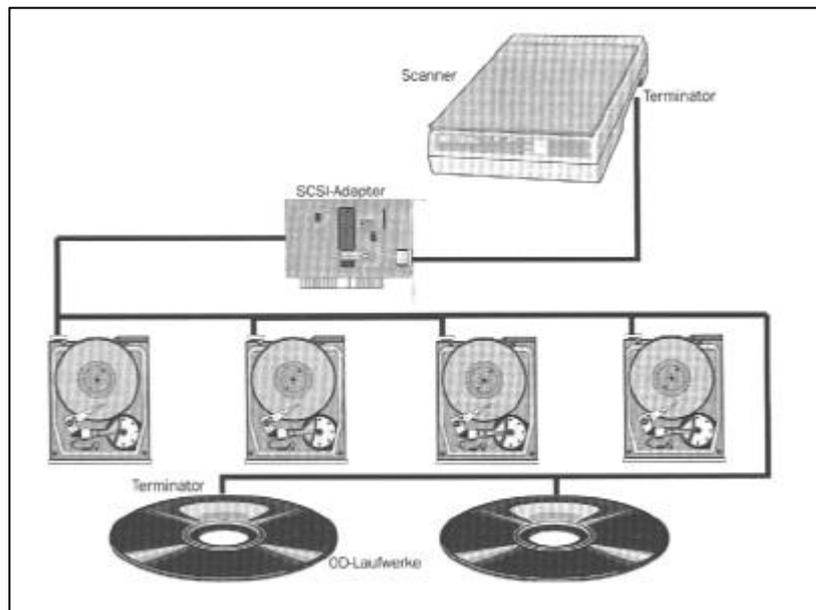
liegen z.Z. noch auf 12%, es ist aber damit zu rechnen, daß der Anteil in Zukunft kräftig zulegen wird.

Die **IDE-Controller** (**I**ntegrated **D**rive **E**lectronics) sind die Interfaces der AT-Bus-Platten. Sie verbinden die Laufwerke über ein in der Regel 40adriges Kabel (Host-Adapter) mit der Zentraleinheit. Die Vorteile sind schnelle Datenübertragungen und der günstige Preis. Der Nachteil ist die Begrenzung der Schnittstellen auf maximal 2 Festplatten, 2 Diskettenlaufwerke oder alternative Besetzungen mit maximal 4 Anschlüssen. Wollte man bei 1 Festplatte, 2 Laufwerken und 1 CD-ROM noch 1 Streamer einbauen, hätte man bereits die Grenzen des Machbaren überschritten.

Den Ausweg aus der Misere bringt der **SCSI-Controller** (**S**mall **C**omputer **S**ystem **I**nterface). Der SCSI-Standard ist mehr als nur eine Laufwerksnormierung oder ein Festplatten-Controller, sondern vielmehr ein komplettes Bussystem, über das die gesamte Kommunikation mit der Peripherie gesteuert wird.

Bei der **SCSI-Technik** wird unabhängig vom Prozessor der Zugriff zu den Daten gesteuert, praktisch an der CPU vorbei, ohne dieselbe zu unterbrechen. Den vollen Vorteil dieser Technologie wird man erst erfahren, wenn die neuen 32-Bit-Systeme wie OS/2, Windows NT oder Windows 95 (Chicago) zum Standard geworden sind (Multitaskingfähigkeit wäre hier zu nennen). Im Gegensatz zum *IDE-Standard*, mit einer Datentransferrate von nur 1,5 Mbytes pro Sekunde, erreicht der SCSI Werte um 5 Mbyte pro Sekunde.

Ein besonderer Vorteil vom SCSI-Bus ist die Tatsache, daß an eine einzelne SCSI-Steckkarte bis zu 7 Geräte über ein 50poliges Kabel angeschlossen werden können (1 Festplatte, 2 Laufwerke, 1 CD-ROM, 1 Streamer, 1 Scanner und evtl. noch eine weitere Festplatte), wobei das letzte Gerät in der Kette mit einem Abschlußwiderstand (



der s.g. *Terminator*) versehen werden muß, um Reflexionen zu verhindern. Jedes Gerät wird über eine Identitätsnummer (ID) angesprochen, die von 0 bis 7 reichen (der Host-Adapter erhält auch eine Nummer). Da das BIOS des Rechners eine solch große Anzahl von Geräten nicht verwalten kann, besitzt der SCSI-Controller ein eigenes BIOS, das den Zugriff auf die angeschlossenen Geräte regelt. Die Installation des Controllers erfolgt softwaremäßig.

9. Grafik

Die Darstellung von Berechnungsergebnissen auf einem Monitor war zwar in der Vergangenheit sehr einfach, allerdings fast eine Beleidigung fürs Auge. Mit der verstärkten Verbreitung von graphischen Benutzeroberflächen wie z.B. Windows hat sich jedoch einiges geändert. Die Darstellung kann zwar das Herz eines Anwenders schon eher erfreuen, belastet dafür aber den Geldbeutel um so stärker, da eine höherwertigere Technik erforderlich ist. So können die Investitionen für eine gute Grafikkarte und einen entsprechenden Monitor den Restwert der vorhandenen Anlage mal ganz locker überschreiten. Doch was nutzt der beste Rechner, wenn einem die angebotene Grafik nach einiger Zeit zum Wahnsinn treibt.

In der Vergangenheit wurde die Text- und Grafikdarstellung auf dem Bildschirm mit unterschiedlichen Standards unter einen Hut gebracht. Mit höher werdenden Auflösungen sind aber auch die Anforderungen an die Hardware gestiegen. Inzwischen unterstützen spezielle Chips die Arbeit der Grafikkarten und sorgen für Abwärtskompatibilität der unterschiedlichen Grafikstandards. Ebenso ist die Monitortechnik mitgewachsen und hat dafür Sorge getragen, daß die vom Grafikadapter gelieferten Darstellungen ergonomisch ins Bild gesetzt werden können.

9.1. Die Grafikstandards

Im Laufe der vergangenen Jahre haben sich eine ganze Reihe verschiedener Grafikstandards entwickelt. Einige davon sind seit längerem in der Versenkung verschwunden, andere erleben gerade bei preisgünstigen Notebook-Rechnern eine Renaissance.

Die wichtigsten Grafikstandards:

- ⇒ Monochrom Display Adapter (MDA)
- ⇒ Hercules Graphics Card (HGC)
- ⇒ Color Graphics Adapter (CGA)
- ⇒ Enhanced Graphics Adapter (EGA)
- ⇒ Video Graphics Array (VGA)
- ⇒ Super Video Graphics Array (Super-VGA)
- ⇒ Extended Graphics Array (XGA)
- ⇒ Texas Instruments Graphics Architecture (TIGA)

Im Folgenden gehe ich nur auf die wichtigsten Standards ein.

VGA:

Den inzwischen verbreitetsten Grafikstandard stellt das **Video Graphics Array (VGA)** dar. Die VGA-Karte erlaubt standardmäßig eine Auflösung von 640×480 Bildpunkten (Anzahl der Pixel verteilt auf der Bildschirmoberfläche) und ein Spektrum von 262.144 Farben. Auf dem Bildschirm lassen sich gleichzeitig 256 ($2^8 = 256$ ist eine Farbtiefe von 8 Bit) Farbtöne aus dem o.g. Spektrum darstellen. Bei der Arbeit mit einem monochromen (schwarz-weiß) Monitor können die Farben maximal in 64 Graustufen dargestellt werden. Die anderen, niedrigeren Standards, können von der VGA-Karte emuliert werden.

Super-VGA:

Von der VGA-Karte gibt es inzwischen einige Varianten und Verbesserungen. Viele Karten unterscheiden sich in der Größe des RAM-Speichers auf der Karte (512 KB bis 2 MB), je größer der Speicher desto mehr Farben und Auflösung sind möglich. So überschreiten viele Karten schon heute die technischen Angaben des VGA-Standards bei weitem. Diese Karten werden unter dem Synonym: Super-VGA-Karte zusammengefaßt. Hier sind Auflösungen von 640×480 , 800×600 sowie 1024×768 Bildpunkte möglich, bei einer Farbvielfalt von bis zu **16,7 Millionen Farben**, das entspricht einer Farbtiefe von **24 Bit (True-Color)**. Ob diese Auflösungen und die Farbnuancen darstellbar sind, hängt von der Qualität der Grafik-Chips (VGA-Chip) und der Speicherfähigkeit (Videospeicher) der Grafikkarte ab.

9.2. Grafikkarten

Moderne Grafikkarten unterstützen mindestens *VGA-Standard*. Die wichtigsten Bestandteile einer VGA-Karte sind der **Grafik-Chip** (VGA-Chip), das **Video-BIOS** mit seinen bis zu 3 **EPROMs**, das **Video-DAC** (Video-Digital-Analog-Converter) und der Grafikspeicher (DRAM oder VRAM).

Bekannte Grafik-Chips sind u.a. Trident 9000, Tseng ET 4000 und ET 4000/32, WD-90C33, S3, ATI Mach 8 und 32.

Das **Video-BIOS** übernimmt die Videokontrolle vom System-BIOS, ist quasi die Erweiterung dessen und legt das *Video-Interrupt* auf eine eigene Adresse um.

Der von *IBM* geprägte VGA-Standard definiert einen Grafikadapter, der eine analoges Bildsignal an den Monitor weiterleitet, bei einer Auflösung von ursprünglich 640×480 Pixel und einer Farbtiefe von 4 Bit, das entspricht $2^4 = 16$ Farben aus einem Farbenspektrum von 262.144 Farben, dargestellt bei einer *Bildwiederholrate* (Vertikalfrequenz) von 60 Hz.

Durch Erweiterung des Bildschirmspeichers von 256 KB auf zunächst 512 KB und später 1 respektive 2 MB, 4MB, 8MB, 16MB und 32MB, wurde es möglich, auch höhere und sehr hohe Auflösungen bis 1024×768 Pixel, bei einer Farbtiefe von 8 Bit, das sind $2^8 = 256$ Farben aus einem Farbenspektrum von 262.144 Farbnuancen auszuwählen.

Wie kommt es zu diesem „magischen“ Farbspektrum von 262.144 Farbnuancen ?

Die Grundfarben für die Bilddarstellung sind die Farben Rot, Grün und Blau (RGB). Die analoge Signalübertragung wird mit einem s.g. **Video-DAC** (Video-Digital-Analog-Converter) für jeden der drei Farbeingänge separat geregelt. Dabei existiert für jeden Farbeingang eine Übertragungsmöglichkeit von $2^6 = 64$ Zustände (unterschiedliche Grünkontraste). Bei 3 Farbeingängen (RGB) sind das $64^3 = 262.144$ Farbnuancen. Die Wertigkeiten dieser Farbunterschiede sind pegelgesteuert und somit untereinander differenzierbar. Aus diesem Farbenspektrum von 262.144 möglichen Farben werden dann, je nach Farbtiefe, zwischen $2^4 = 16$, $2^8 = 256$ oder $2^{16} = 65.536$ Farben ausgesondert, in eine Farbtabelle eingetragen und kodiert.

In welchem Verhältnis stehen dabei Auflösung, Farbtiefe und Speicherbedarf?

Speicherbedarf: **$640 \cdot 480 = 307.200$ Pixel (Bit)**
 $800 \cdot 600 = 480.000$ Pixel (Bit)
 $1024 \cdot 768 = 786.432$ Pixel (Bit) .

Diese Werte gelten für die Adressierung von schwarz-weiß-Signalen. Multipliziert man diese z.B. mit der Farbtiefe (Farbfaktor) von 8, so erhält man folgende Speicherwerte:

$640 \cdot 480 \cdot 8 = 3.840.000$ Bit
 $= 480.000$ Byte
 $= 468$ KBytes ,

also einem Speicherbedarf von mindesten 512 KB Video-Speicher. Eine Bildwiederholrate von **72 Hz** (*VESA-Spezifikation*) ergibt dabei ein nahezu **flimmerfreies** Bild.

Später wurde der **SVGA-Standard High-Color** mit einer Farbtiefe von 16 Bit entwickelt. Diese Grafikkarte besitzt einen **High-Color-DAC**. Mit ihr kann man gleichzeitig $2^{16} = 65.536$ Farben darstellen. Um diese Farben wurden die bekannten 264.144 Farbnuancen eingeschränkt und in einer Farbtabelle kodiert.

Dies ergibt folgenden Zusammenhang zwischen Auflösung, Farbtiefe und Speicherbedarf:

$640 \cdot 480 \cdot 16 = 637,5$ KBytes
 $800 \cdot 600 \cdot 16 = 937,5$ KBytes (Ende von 1 MB)
 $1024 \cdot 768 \cdot 16 = 1,5$ Mbytes
 $1024 \cdot 768 \cdot 8 = 768,0$ KBytes (Mit 1 MB nur noch eine Farbtiefe von 8 Bit).

Dabei arbeiten nicht alle High-Color-Karten mit 72 Hz Bildwiederholrate .

Später wurde der **SVGA-Standard** bis **True-Color** weiterentwickelt, das bedeutet eine Farbtiefe von 24 Bit entsprechend 1,677 Millionen Farbtönen. Auch hier wurden die **True-Color-DAC** noch weiter entwickelt. Die einzelnen Farbeingänge erhielten eine **Farbenkontrastierung** von $2^8 = 256$ Möglichkeiten, das ergibt $256^3 = 16.777.216$ Farbtönen.

Dies ergibt folgenden Zusammenhang zwischen Auflösung, Farbtiefe und Speicherplatzbedarf:

$$\begin{aligned} 640 \cdot 480 \cdot 24 &= 900 \text{ KBytes (Ende von 1 MB)} \\ 800 \cdot 600 \cdot 24 &= 1,37 \text{ Mbytes} \\ 1024 \cdot 768 \cdot 24 &= 2,25 \text{ Mbytes} . \end{aligned}$$

Was nun eine Grafikkarte leistet, muß man sich vorher sehr genau ansehen. Die Bildwiederholrate rutscht bei vielen unter die 72 Hz und es kommt zur Umschaltung in den **Interlaced-Betrieb** (es wird nur jede zweite Zeile geschrieben) und das bedeutet Bildschirmflimmern.

Für den Speicher der Grafikkarte werden in der Regel dynamische Speichermodule (DRAMs) verwendet. Diese Bausteine haben jedoch den Nachteil, daß immer nur eine Komponente auf den Speicher zugreifen darf. Vorrang hat dabei immer der **RAM-DAC**, der die Daten aus dem Speicher ausliest, von digital in analog umwandelt und sie für den Bildaufbau an den Monitor sendet. Während dieser Zeit kann der Bildspeicher nicht neu beschrieben werden. Abhilfe schaffen hier s.g. **Dual-Ported-RAMs**, die wegen ihres häufigen Einsatzes auf Grafikkarten auch als **Video-RAM** oder **VRAM** bezeichnet werden. Auf diese Bausteine kann von 2 Seiten zugegriffen werden: während der **RAM-DAC** die Daten für den Bildaufbau ausliest, kann der Grafik-Chip den Bildspeicher aktualisieren. Dadurch ist eine gewisse Beschleunigung bei der Bildverarbeitung möglich. High-End-Karten mit eigenem Grafikprozessor arbeiten mit beiden Speichertypen. Dabei sind **VRAMs** ausschließlich für den Bildaufbau zuständig, während in den **DRAMs** die abzuarbeitenden Programme zwischengespeichert werden.

Während viele Rechner noch mit 16-Bit-Karten (ISA-Bus) ausgestattet sind, über die Local-Bus-Rechner die ersten 32-Bit-Systeme Verbreitung gefunden haben, werden inzwischen bereits Grafikkarten mit einer 64-Bit-Leistung angeboten. Diese 64-Bit-Performance ist unabhängig von Rechner und Betriebssystem, sie bezieht sich nur auf die Kommunikation auf der Karte selbst, also zwischen Prozessor und dem Video-Speicher. Besonders komplexe oder schnelle Grafikausgaben (CAD, Video in Real-Time, Bildbearbeitung, usw.), profitieren deutlich von dieser Technik.

Häufig findet man in den technischen Daten zur Grafikkarte bei der Bildwiederholrate (Bildaufbau pro Sekunde) die Angabe **Interlaced** oder **Non-Interlaced**. Beim Non-Interlaced-Verfahren wird pro Bild jeder Bildpunkt auf den Bildschirm gezeichnet, so, wie man es sich normalerweise auch vorstellen würde. Das Interlaced-Verfahren wird hingegen bei langsameren Karten und bei zu knappem Speicher verwendet, um hohe Auflösungen zu erreichen. Dabei wird das Gesamtbild in zwei Bereiche unterteilt. Im ersten Schritt werden nur alle ungeraden Zeilen aufgebaut, im zweiten alle geraden. Die Karte benötigt also zwei

Schritte, um ein vollständiges Bild zu erzeugen, wodurch das entstandene Bild einen flimmernden Eindruck hinterläßt, der auf die Dauer sehr unangenehm wird

Eine gute Grafikkarte muß jede Auflösung im Non-Interlaced-Modus erbringen und das bei einer Bildwiederholffrequenz von > 72 Hz .

Bei Karten, die über den Standard-VGA-Modus hinausgehen, sind spezielle Treiber notwendig (Software), die über die Startdateien CONFIG.SYS und AUTOEXEC.BAT eingerichtet werden müssen. In diesen Treibern sind die Befehle definiert, über die die Grafikprozessoren von der CPU angesteuert werden können. Daher sind die Treiber meist abhängig von dem auf der Karte installierten Grafik-Chip. Bei der Installation der Treiber wird einem häufig auch die Gelegenheit gegeben, die gewünschte Auflösung, *Bild-Refresh* (Bildwiederholffrequenz) und Farbtiefe einzustellen. Dies geschieht bei einigen Herstellern aus dem Windows-Menue heraus. Auch das ist ein ergonomischer Aspekt und damit u.a. kaufentscheidend.

Der Grafikkarten-Markt ist z.Z. kaum zu überschauen. Man muß die Datenblätter sehr genau studieren, Testberichte lesen, die wesentlichen Parameter vergleichen, um dann das optimalste Teil zu bekommen.

Beim Kauf ist es darüber hinaus wichtig, daß die Grafikkarte zum Monitor paßt, sonst fährt man eventuell einen Ferrari mit Gogo-Motor.

9.3. Der Bildschirm (Monitor)

Ein PC ohne Monitor wäre wie ein Aussichtsturm ohne Fensteröffnungen !

Das PC-System selbst könnte auf den Monitor verzichten, es würde noch nicht einmal merken, wenn er fehlen würde. Aber der Mensch, der mit dem PC kommunizieren möchte, wäre ohne den Monitor hilflos. Das Monitorbild ist also von entscheidender Bedeutung für die Schnittstelle Mensch und Computer.

Die Bildqualität eines Monitors hängt nicht nur von seinen technischen Eigenschaften ab, sondern auch davon, ob die Grafikkarte, die ihn mit Bildinformationen versorgt, in der richtigen Weise auf ihn abgestimmt ist, kurz: Monitor und Grafikkarte müssen zusammenpassen. Im vorangegangenen Kapitel sind wir ausführlich auf die Grafikkarte eingegangen. Dort haben wir bereits eine Reihe technischer Zusammenhänge erläutert, die auch für das Verständnis der Funktionsweise von Monitoren wichtig sind.

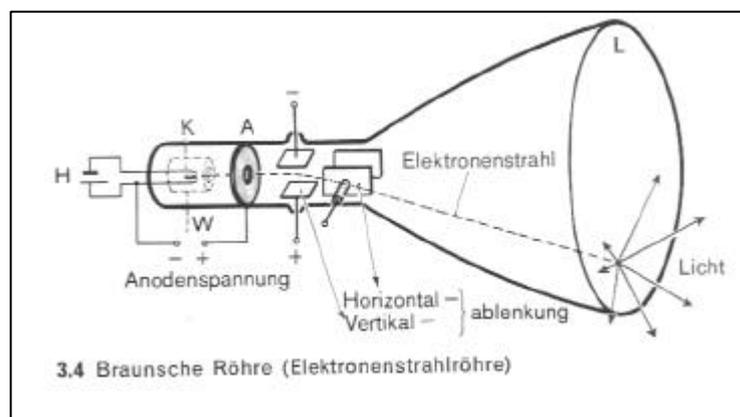
Bei einfachen Homecomputern oder Videospiele lassen sich teilweise noch herkömmliche Fernsehgeräte anschließen. Bei der Arbeit mit einem Personal-Computer (PC) würde dies jedoch nicht ausreichen. Für die Textverarbeitung wird erwartet, daß 80 Zeichen in einer Zeile darstellbar sind. Bei einem herkömmlichen Fernseher wäre das Bild so unscharf, daß man die einzelnen Buchstaben nur schwer unterscheiden könnte (zu geringe Auflösung und Bildwiederholffrequenz). Folglich ist für den PC ein spezieller Bildschirm ohne Akustikteil, ein s.g. Monitor, notwendig. Diese Monitore haben in der Regel eine *Bildschirmdiagonale* von

14 bis 20 Zoll (1 Zoll entspricht 2,54 cm). Die Zollangabe ist mittlerweile durch §1 des Gesetzes über Einheiten im Meßwesen verboten, aber in der Fachsprache immer noch gebräuchlich. Ende 1993 wurden daher mehrere Monitorhersteller auf wettbewerbswidrige Werbung durch die Angabe von Zollmaßen hingewiesen. Daraufhin wurde eine Übergangsfrist vereinbart. Ab diesem Zeitpunkt müssen Zentimeterangaben zumindestens hervorgehoben werden, beispielsweise 38 cm (15 Zoll).

Vergleichbar mit dem Aufbau eines Fernsehgeräts bestehen auch Monitore aus einem Kunststoffchassis, das im wesentlichen die Steuerelektronik, das Netzteil und die Bildröhre beinhaltet. Die Bildröhre des Computermonitors funktioniert nach dem gleichen Prinzip, wie wir es vom Fernseher her kennen. Es handelt sich um eine s.g. **CRT-Bildröhre** (cathode ray tube), auch **Braun'sche Röhre** genannt. Diese Kathodenstrahlröhre besteht aus einem Glaskolben, in dessen Inneren ein Vakuum herrscht.

Die Vorderseite des Glaskolbens ist stark abgeflacht, dort befindet sich die Mattscheibe (Anode). Die andere konisch verjüngte Seite der Bildröhre wird von Kathodenblechen und kleinen Drahtgittern begrenzt. Bei Erwärmung dieser Kathodenbleche wird eine Elektronenwolke aus ihnen emittiert, die in der Röhre frei bewegt werden kann. An die Anode wird nun eine große positive Spannung (ca. 26.000 Volt) angelegt, die die Elektronen der Raumladungswolke mit hoher Geschwindigkeit in Richtung Mattscheibe beschleunigt (Elektronenkanone). Fest installierte **Focussiereinrichtungen** bündeln diese Elektronen zu einem Strahl, der als leuchtender Punkt auf die Mitte der Mattscheibe gerichtet ist.

Um aber nun ein Bild darstellen zu können bedarf es vieler solcher Punkte. Dies wird dadurch erreicht, daß eine **Ablenkeinheit** aus vier dicken Spulen den Elektronenstrahl sowohl horizontal als auch vertikal ablenken kann. Auf diese Weise kann der Elektronenstrahl auf jede beliebige Stelle der Mattscheibe gerichtet werden.



Der Videocontroller sendet ein serielles Bildsignal, d.h., die Informationen über die einzelnen Bildpunkte werden der Reihe nach, also von links oben zeilenweise nach recht unten, an den Monitor geschickt. Der Monitor setzt die Informationen dadurch um, daß der Elektronenstrahl der Bildinformation entsprechend auf die Mattscheibe geschossen wird. Er wandert dabei also zeilenweise über den gesamten Bildschirm und leuchtet manche Punkte aus und andere nicht, so daß aus vielen Punkten (z.B. $640 \times 480 = 307.200$ Bildpunkte) ein Bild entsteht. Die Bildschirminnenseite ist mit einer phosphoreszierenden Beschichtung versehen (Nachleuchten), damit der erste Punkt noch leuchtet, wenn der letzte Punkt gerade geschrieben wird. Diese Phosphorschicht leuchtet eine Weile nach und vermittelt so den Eindruck, daß es sich um ein stehendes Bild handelt. Danach muß das Bild mehrmals pro Sekunde *refreshed* werden. Aus diesem Grund beginnt der Strahl, sobald er den letzten Punkt ausge-

leuchtet hat, wieder links oben mit dem Aufbau eines neuen Bildes. Der Elektronenstrahl baut das Bild also ständig immer wieder neu auf, unermüdlich, solange der Monitor eingeschaltet ist und ein Bildsignal von der Grafikkarte erhält. Die Häufigkeit, mit der das Monitorbild pro Sekunde aufgebaut wird, regelt die von der Grafikkarte ausgehende Bildwiederholfrequenz (Bildwiederholrate, Vertikalfrequenz). Je nach Grafikkarte liegen diese Werte zwischen 50 und über 100 Hz (flimmerfreies Bild > 72 Hz, Fernsehbild liegt bei 25 Hz).

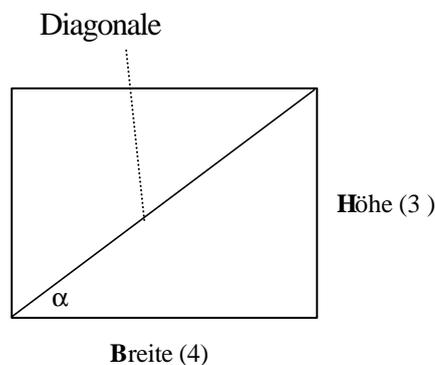
Das beschriebene Verfahren hat allerdings in dieser Form nur Gültigkeit für monochrome Anzeigen (früher grüne, später bernsteinfarbene Zeichen auf schwarzem Hintergrund. Heute werden nur noch Schwarz/Weiß-Monitore eingesetzt, d.h. schwarze Schrift auf weißem Hintergrund).

Heutzutage werden aber meist Farbmonitore eingesetzt, diese benötigen eine Lochmaske in der Mattscheibe. Während beim Schwarz/Weiß-Monitor mit dem Elektronenstrahl lediglich Bildpunkte ausgeleuchtet bzw. nicht ausgeleuchtet werden, müssen beim Farbmonitor je Bildpunkt 3 Farben mit 3 Elektronenstrahlen auf die Mattscheibe gebracht werden. Dadurch ist auch die phosphoreszierende Schicht der Innenseite der Mattscheibe anders aufgebaut. In einem komplizierten Verfahren werden 3 Leuchtschichten (RGB) aufgebracht. Anschließend werden die einzelnen Schichten durch eine s.g. **Lochrastermaske** belichtet. Diese Lochmaske ist so gestaltet, daß nur der Elektronenstrahl für Blau auch auf die blau leuchtende Schicht treffen kann und der für Rot nur auf die rot leuchtende, usw. Ein Loch in der Lochmaske hat z.Z. einen Durchmesser von 0,28 bis 0,25 mm (Lochmaskenabstand). Der Abstand der einzelnen Löcher voneinander (Abstand der Lochmittelpunkte) ist wiederum entscheidend für die Anzahl der farbigen Bildpunkte, die in einer Monitorzeile unterzubringen sind. Soll der Monitor mit einer Auflösung von 1024×768 farbigen Pixeln arbeiten können, wie es handelsübliche VGA-Farbmonitore von sich behaupten, so müssen 1024 solcher Löcher in einer Zeile physikalisch unterzubringen sein.

Wir wollen untersuchen ob das stimmt !

Bildschirm und Bildschirmdiagonale ist nicht immer dasselbe, denn dann müßte sich das Bild über den gesamten Bildschirm erstrecken, dies ist aber häufig nicht der Fall.

Genauer:



Der Bildschirm hat eine rechteckige Form, Breite und Höhe haben ein Verhältnis von 4 : 3 . Damit ergibt sich für für die Berechnung dieser Größen aus der Diagonalen (D) folgender Modus:

$$\frac{H}{B} = \frac{3}{4} \Rightarrow \tan \mathbf{a} = \frac{H}{B} = \frac{3}{4} = 0,75$$

$$\Rightarrow \angle \mathbf{a} = 36,87^\circ$$

$$H = D \cdot \sin \alpha \quad 36,87^\circ = 0,6 D$$

$$B = D \cdot \cos \alpha \quad 36,87^\circ = 0,8 D$$

Daraus folgt für die Abmaße der Bildgrößen:

$$14'' : B/H = 28,448 \text{ cm} / 21,336 \text{ cm} \Rightarrow : 1016 \times 762 \text{ bei } 0,28 \text{ Lochabstand}$$

$$15'' : B/H = 30,480 \text{ cm} / 22,860 \text{ cm} \Rightarrow : 1089 \times 816 \quad ,, \quad ,, \quad ,,$$

Man erkennt, mit einem 14''-Monitor kann man physikalisch keine 1024 Punkte in einer Zeile und keine 768 Punkte in einer Spalte unterbringen. Die Behauptung mancher Hersteller sind also nicht ganz korrekt. Trotzdem werden solche Monitore in aller Regel noch ein Bild machen, wenn die Grafikkarte diese Auflösung verlangen sollte. Der Monitor rechnet in diesem Falle die echte Auflösung in eine für ihn darstellbare um. Innerhalb gewisser Grenzen ist dies möglich. Bei Anwendungen, wo es auf die Genauigkeit der Auflösung ankommt, wird man mit einem so erzeugten Bild nichts mehr anfangen können. Zu einer höheren Auflösung gehört ganz einfach ein größerer Monitor, weil ein Mehr an Bildinformation eben auch eine größere Fläche zur Darstellung benötigt.

Wir wissen nun u.a. was die Auflösung und die Bildwiederholfrequenz (bzw. Vertikalfrequenz oder Bildwiederholrate) bedeuten. Zum Schluß noch eine Ergänzung zu einem häufig benutzten Begriff, dem Parameter **Horizontalfrequenz**.

Die Horizontalfrequenz ist das Produkt aus Vertikalfrequenz und Zeilenzahl eines Monitorbildes. Dieser Wert beschreibt die Häufigkeit, mit der der Elektronenstrahl vom linken zum rechten Bildschirmrand rasen muß. So ergibt sich bei einer Auflösung von 640×480 Pixel und einer **Vertikalfrequenz** von 72 Hz folgende **Horizontalfrequenz**:

$$f_H = 480 \cdot 72 = 34.569 \text{ Hz oder } 34,569 \text{ kHz} .$$

Erhöhen wir die Auflösung auf 1024×768 Pixel, so erhalten wir bei gleicher Vertikalfrequenz einen Wert von 55,296 kHz. Für die Synchronisation sind noch einige unsichtbare Zeilen notwendig, so daß auf die so berechneten Werte nochmals 10% hinzukommen, das bedeutet für die oben ermittelten Werte dann 38,026 kHz respektive 60,826 kHz.

Handelsübliche 14''-VGA-Color-Monitore der billigeren Kategorie haben aber lediglich Horizontalfrequenzen von maximal 38 kHz, das bedeutet, daß höhere Auflösungen letztlich auf Kosten niedrigerer Vertikalfrequenzen gehen müssen. Betrachtet man die wichtigsten Auflösungen, dann erkennt man:

Bei 640×480 Pixel errechnet sich ein f_V von 72 Hz, bei einer Auflösung von 800×600 Pixel ein f_V von 57,58 Hz und bei 1024×768 ergibt sich ein Wert von 44,98 Hz. Man wird also bei höheren Auflösungen kein flimmerfreies Bild mehr erhalten oder der Monitor wird von der Grafikkarte in den Interlaced-Modus zurückgeschaltet, das bringt zwar ein etwas besseres Bild aber letztlich auch kein flimmerfreies.

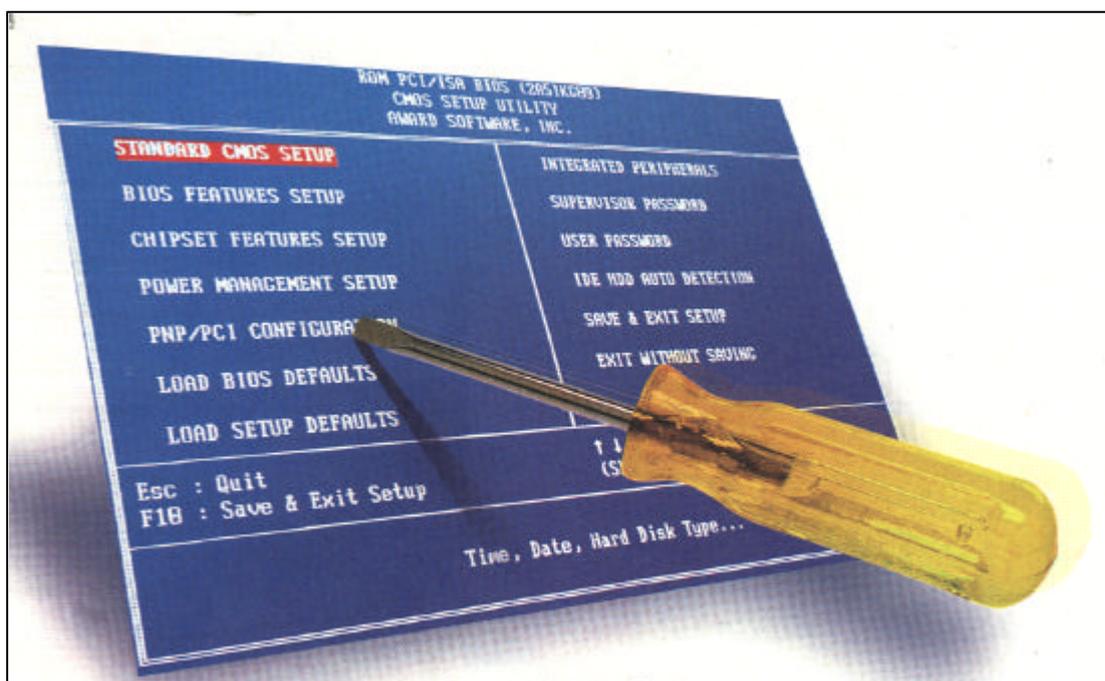
10. Die Inbetriebnahme eines PCs

Sind die Hauptplatine mit Prozessor, RAM und Cache, die Grafikkarte, Laufwerk(e) und die Festplatte, Tastatur, Maus und Monitor sowie der Drucker angeschlossen bzw. montiert, alle Kabelverbindungen und die Stromversorgung installiert, kann der PC konfiguriert und das Betriebssystem implementiert werden.

Fast alle Anwendungsprogramme wirken im Zusammenspiel mit der Hardware, ob bei der Dateneingabe über die Tastatur, der Ausgabe über die Grafikkarte bzw. Drucker oder der Datensicherung auf Diskette und Festplatte. Jede dieser Einheiten kann von PC zu PC anders gestaltet sein, beispielsweise die Art der Ausgabe (unterschiedliche Standards, Baueinheiten, Techniken, Produkte, ...) oder Festplatten mit unterschiedlichen Größen und Controllertechniken, unterschiedliche Bussysteme, usw. . Wollte hier ein Programm direkt auf die Hardware zugreifen, müßte es alle diese Variationen berücksichtigen; man erkennt unschwer, daß dies nicht sinnvoll möglich ist. Deswegen wurde für den PC eine spezielle Schnittstelle geschaffen, die das Zusammenspiel zwischen Hard- und Software organisiert, das s.g. **BIOS** (Basic Input/Output-System).

10.1. Das BIOS

Das BIOS besteht aus einer bestimmten Anzahl von Funktionen, die den Zugriff auf die Hardware steuern. Die Standardisierung des BIOS war mit ein wichtiger Grund für den großen Erfolg des PCs. Die Hardware-Produzenten müssen sich beim Bau ihrer PC-Komponenten eng an die Spezifikationen der BIOS-Hersteller halten, damit größte Kompatibilität erreicht wird. Egal bei welchem PC-Hersteller man einen Rechner kauft und welches BIOS auf ihm installiert ist, enthält es immer ein Standardset von Routinen, die immer identisch sind. Wesentlich dabei ist, daß der Aufruf der BIOS-Funktionen immer gleich ist, der sich dahinter verbergende Maschinencode kann von Hersteller zu Hersteller variieren.



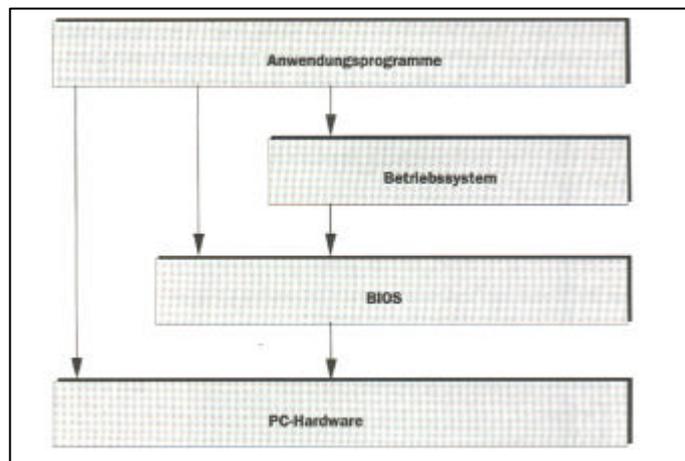
Inzwischen gibt es BIOS-Systeme von mehreren verschiedenen Anbietern. Zu den bekanntesten gehören *Ami*, *Phoenix* und *Award*. Sie unterscheiden sich lediglich durch nützliche Zusatzfunktionen (s.g. Utilities) voneinander, die über den Standardsatz von BIOS-Routinen hinausgehen.

War das *Ami-BIOS* bei den 386er und 486er - Modellen die Standardbestückung, so findet man auf den Mainboards der 586er - Generation überwiegend das *Award-BIOS* wieder.

Eine weitere Schnittstelle zwischen der Anwendung und der Hardware, ist das Betriebssystem (MS-DOS, OS/2, UNIX, ...). Im Gegensatz zum BIOS werden einzelne Hardware-Komponenten nicht als physikalische, sondern als logische Einheiten interpretiert. Während das BIOS z.B. beim Zugriff auf die Festplatte noch mit *Zylindern* (Spuren), *Köpfen* (Heads) und *Sektoren* operiert, kennt das Betriebssystem nur noch Laufwerkskennbuchstaben, Inhaltsverzeichnisse und Dateien. Den Zugriff einer Anwendung auf eine Datei ermöglicht das Betriebssystem nur unter Angabe eines Dateinamens und Pfades (Path), beim Zugriff auf der BIOS-Ebene wären umfangreiche Detailkenntnisse über die Lage der Datei-Sektoren auf der Festplatte erforderlich. Das Betriebssystem enthält also einfache Befehle (Routinen), die im Hintergrund mit einem maschinenorientierten Code sehr komplexe Vorgänge auslösen und damit das Handling zwischen Maschine und Mensch erleichtern.

Der Zugriff über mehrere Zwischenschichten auf die Hardware bringt natürlich Probleme.

Wesentlich ist dabei der Geschwindigkeitsverlust, der beim Weitergeben der Anfragen an das Betriebssystem, das BIOS und schließlich bis zur Hardware, entsteht. Dieser s.g. *Overhead* ist nicht unerheblich, müssen doch Parameter umgerechnet, Tabellen geladen und gelesen sowie Pufferinhalte kopiert werden. Andererseits gleicht die Leistungsfähigkeit heutiger Computer diesen Effekt weitgehend aus. Als Entschädigung



dafür erhält der Anwendungsentwickler die Gewißheit, daß sein auf dem PC entwickelte Programm auf jedem anderen PC ebenso lauffähig ist, sofern er sich an die vom BIOS und vom Betriebssystem angebotenen *Programmierschnittstellen (APIs)* gehalten hat.

Das BIOS enthält Funktionen für die folgenden Geräte:

- ⇒ Disketten
- ⇒ Festplatten

- ⇒ Serielle und parallele Schnittstellen
- ⇒ Gameports
- ⇒ Tastatur
- ⇒ RAM-Speicher
- ⇒ Cache-Speicher
- ⇒ Grafikkarte
- ⇒ Echtzeituhr

Alle BIOS-Routinen sind in einem ROM-Baustein gespeichert, der zum Adreßraum des PCs gehört (liegt am Ende des Adreßraums).



Während die meisten BIOS-Routinen für den Anwender unverzichtbar im Hintergrund arbeiten, lernt man eine Funktion spätestens beim Einschalten des Rechners kennen, den „**Power on Self Test**“ (**POST**). Dieser testet das System und initialisiert die verschiedenen Hardware-Komponenten. Zu diesem Funktionstest gehören zunächst die Überprüfung zentraler PC-Hardware, wie Prozessor, Speicher, Interrupt-Controller, DMA, usw. sowie Hardware-Erweiterungen, wie beispielsweise die Grafikkarte. Tritt während der Überprüfung ein Fehler auf, ertönt in der Regel ein oder mehrere Signaltöne und es erscheint eine Fehlermeldung auf dem Bildschirm.

Zur Überprüfung der Hardware läßt das BIOS eine Reihe notwendiger Informationen, die in einem batteriegepufferten RAM-Baustein gespeichert sind, dem **CMOS-RAM**. Dieser Speicher enthält wichtige Daten über die Art des Plattenspeichers, über Bootlaufwerke, Bustakt, Schnittstellen, Aufteilung des Arbeitsspeichers, uvm.. . Diese Daten können mit Hilfe des **BIOS-Setup-Programms** geändert werden. Das BIOS enthält also einen unveränderbaren

Informationsteil (**EPROM**), der zum Starten (Booten), Prüfen, Initialisieren und Organisieren notwendig ist und einen veränderbaren Teil zur Anpassung der Systemkomponenten und Verfeinerung der Basiseinstellungen (**CMOS-Setup**).

Das Setup-Programm muß man bei der Erstinbetriebnahme eines Rechners aufrufen, um dem BIOS mitzuteilen, welche Bauteile an der bestehenden Konfiguration beteiligt sind. Der Aufruf erfolgt nach dem POST durch drücken der **DEL-Taste** bzw. **Entf-Taste** (je nach Tastaturlayout). Danach erscheint das Einstiegsmenü des Setup-Programms. Hier stellvertretend das Ami-BIOS:



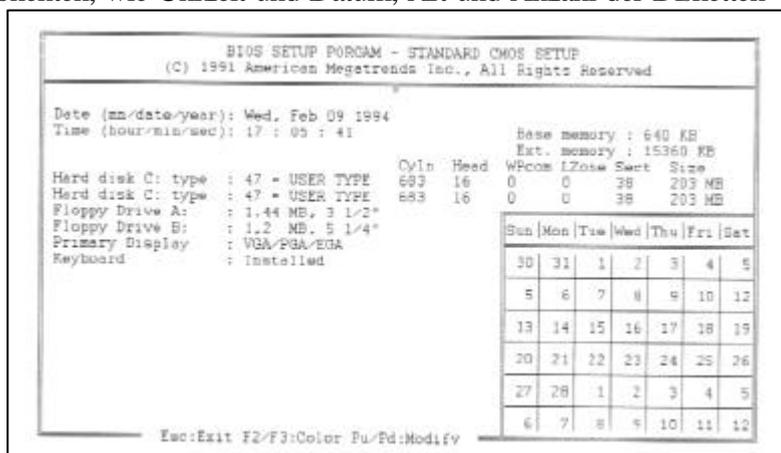
Zu den wesentlichen Komponenten des Setups gehören das **Standard-** und das **Advanced-CMOS-Setup** sowie das **Advanced-Chipset-Setup**.

10.2. Das BIOS-Setup

Das Standard-CMOS-Setup:

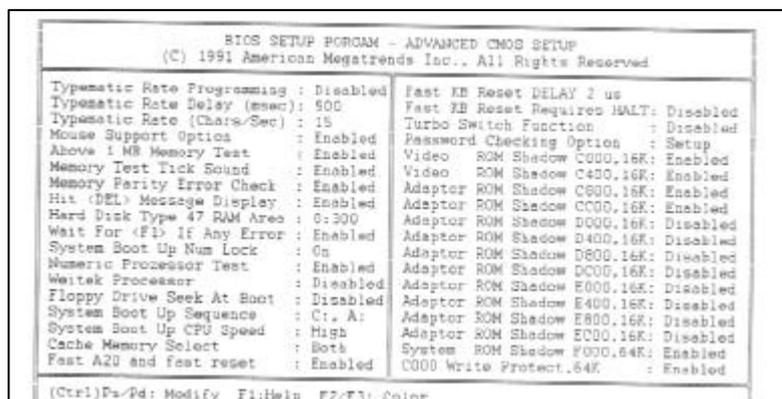
Hier werden Standardkomponenten, wie Uhrzeit und Datum, Art und Anzahl der Disketten-Laufwerke und Festplatten, Bildschirmangaben und Speicherbelegung sowie Tastatur, eingestellt.

In einer Legende am unteren Bildschirmrand ist die Bedienung für die Einstellungen erläutert. Über die **Druck-Taste** erhält man eine **Hardcopy** des Bildschirms und über die Taste **F1** weitere Erläuterungen. Mit der **Esc-Taste** (Escape) verläßt man das Menü.



Advanced-CMOS-Setup:

Aus Kompatibilitätsgründen einerseits und aus Gründen der Weiterentwicklung von



PCs, wurde das erweiterte CMOS-Setup eingeführt. Hier befinden sich zusätzliche Möglichkeiten zur Systemkonfiguration und damit auch die elementarste Möglichkeit des PC-Tunings, abseits der Standardeinstellungen.

Grundsätzlich bedeuten die Schalter ...

Enabled (E) : Funktion aktiviert

Disabled (D) : Funktion nicht aktiviert

Ansonsten wählt man die entsprechenden *Modi* über die Tasten **Bild↑** bzw. **Bild↓** .

Untenstehend ist die Bedeutung der Schalter erläutert:

⇒ **Typematic Rate Programming:**

Einstellen der Zeichenwiederholffrequenz der Tastatur. Bei gedrückter Taste wird das Zeichen mit einer noch einzustellenden Verzögerung wiederholt

⇒ **Typematic Rate Delay (ms):**

Intervalle für die Zeichenwiederholung bei Tastendruck (250, 500 ,750, 1000)

⇒ **Typematic Rate (Chars/s):**

Anzahl der wiederholten Zeichen pro Sekunde

⇒ **Mouse Support Option:**

Wenn eine Maus nicht über eine serielle Schnittstelle angeschlossen wird (AT-Bus-Maus)

⇒ **Above 1MB Memory Test:**

Überprüfung des RAM-Speichers, wenn mehr als 1MB vorhanden ist

⇒ **Memory Test Tick Sound:**

Akustische Untermalung des Speichertests

⇒ **Memory Parity Error Check:**

Muß eingeschaltet sein, wenn die RAM-Bausteine über Parity-Bits verfügen

⇒ **Hit [DEL] Message Display:**

Am Bildschirm erscheint nach der POST die Meldung: „Drücken von DEL-Taste“

⇒ **Hard Disk Type 47 RAM Area:**

Wird die Festplatte mit der Kennung 47 angemeldet (User definiert), kann man eigenständig die Adresse außerhalb des BIOS-Adressbereichs angeben, entweder an den Anfang des konventionellen Speichers ab Adresse 0:300 oder am oberen Ende, üblicherweise bei 639 KB

- ⇒ **Wait for F1 if any Error:**

Wenn beim POST ein Fehler festgestellt wird, erscheint der Hinweis, daß man mit F1 das Setup-Programm aufrufen kann
- ⇒ **System Boot up Num Lock:**

Der numerische Teil der Tastatur wird beim Systemstart eingeschaltet
- ⇒ **Numeric Prozessor Test:**

Der Co-Prozessor wird beim Systemstart getestet und mit present gemeldet
- ⇒ **Weitek Prozessor:**

Ein spezieller Co-Prozessor für bestimmte Anwendungen, z.B. CAD-Anwendungen
- ⇒ **Floppy Drive Seek at Boot:**

Sucht das Setup einer Startdiskette in einem Boot-Laufwerk, bevor es auf die Festplatte zugreift
- ⇒ **System Boot up Sequence:**

Legt die Boot-Reihenfolge beim Systemstart fest
- ⇒ **System Boot up CPU Speed:**

High ist die Normaleinstellung mit höchster Taktfrequenz. Sollte ein Programm damit nicht klar-kommen, so stellt man den Schalter auf Low
- ⇒ **Cache Memory Select:**

Both	: Interner und externer Cache ist aktiv (Normaleinstellung)
Inernal	: Prozessor-Cache ist aktiv
Disabled	: Beide Cache´s sind ausgeschaltet
- ⇒ **Fast A20 and fast Reset:**

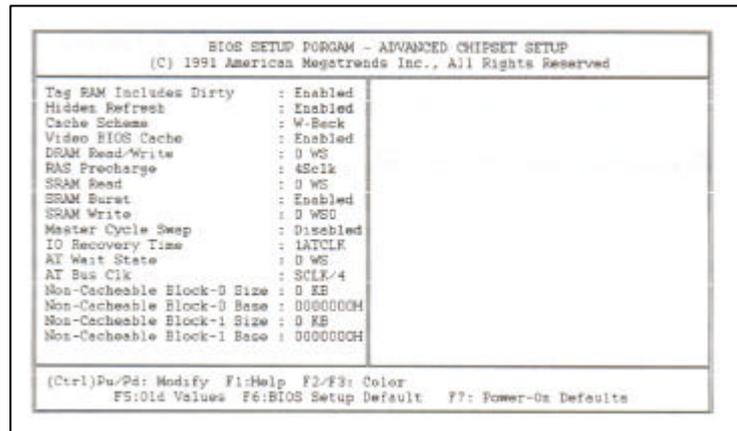
Die Adressleitung A20 wird von einigen Speichertreibern dazu benutzt, auch unter DOS einen 64 KB großen Bereich oberhalb von 1MB ansprechen zu können, das High Memory Area (HMA)
- ⇒ **Turbo Switch Function:**

Schalter zur Umstellung der Taktfrequenz am Gehäuseschalter
- ⇒ **Password Checking Option:**

Ist mit dem Schalter Setup außer Funktion
- ⇒ **Video/Adapter/System ROM Shadow:**

Das BIOS der Grafikkarte wird ins schnellere RAM kopiert (gespiegelt). Dadurch sind die Grafik-funktionen für das System schneller verfügbar. Das gleiche gilt für das System-ROM-Shadow

Advanced Chipset Setup:



Durch geschickte Einstellungen kann man hier noch eine Menge an Performance herausholen oder das System zum Absturz bringen.

Die wichtigste Einstellung ist dabei der Bustakt (Einstellung: SCLK/X). Der Schalter X ist dabei der Teiler für den Systemtakt, z.B. 33 MHz : 3 = 11 MHz Bustakt. Hier kann man X minimieren, solange bis der Rechner, insbesondere die Festplatte, abstürzt. Die Normaleinstellung ist der Schalter SCLK/4, also ein Bustakt von 8,25 MHz.

Hat man das Setup einmal so verstellt, daß nichts mehr geht, sieht das BIOS einen Rettungsanker vor.

Auto Configuration with BIOS Defaults:

Mit dieser Option werden die aktuellen Einstellungen auf die vom Hersteller vordefinierten Werte zurückgesetzt, das Spielchen kann von neuem beginnen.

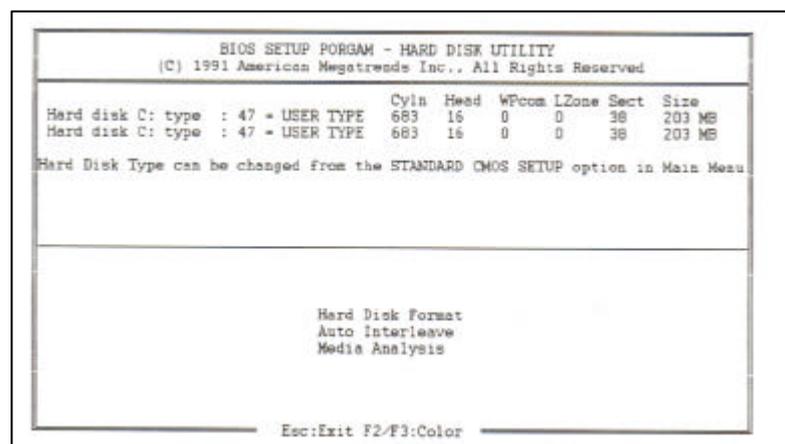
Auto Configuration with Power-On Defaults:

Diese Option setzt die aktuellen Werte auf die Einstellungen vor dem letzten Systemstart zurück.

Hard Disk Utility:

Neben der Vergabe eines Paßwortes hat man hier eine Möglichkeit geschaffen, auf die Festplatte Einfluß zu nehmen.

Man kann eine Low-Level-Formatierung vornehmen (gilt nicht für AT-Bus-Platten), den optimalen Interleave-Faktor einstellen (sollte man im Nachhinein tunlichst unterlassen, da es sonst zum Datenverlust kommt) und die Platte auf fehlerhafte Sektoren über-



prüfen (via CHKDSK unter DOS).

Hat man alle Einstellungen vorgenommen, verläßt man schweren Herzens das BIOS-Setup. Doch bevor einem dies gestattet wird, muß man noch durch Betätigung der Y-Taste (YES) bzw. der N-Taste (NO) seine Absicht untermauern. Bestätigt man mit der Y-Taste, so stellt man fest, daß einem das BIOS den Austritt verweigert.

Woran liegt das wohl ?

Ganz einfach daran ...

Zum Zeitpunkt, wo das BIOS-Setup noch werkelt, ist noch kein deutscher Tastaturreiber geladen (KEYBOARD.SYS), d.h., die aktuelle Tastaturbelegung entspricht dem US-Standard und bei dem liegt das Y genau da, wo bei uns das Z liegt. Also drücken wir die **Z-Taste** und sind glücklich.

Das BIOS fährt nun das System hoch und übergibt die Verantwortlichkeit an die DOS-Dateien IO.SYS und MSDOS.SYS. Diese organisieren den weiteren Bootverlauf über die COMMAND.COM, diese greift auf die Konfigurationsdatei (CONFIG.SYS) und die Startdatei (AUTOEXEC.BAT) zu, bis zum vollen Funktionsstatus, erkennbar an der Bildschirmmeldung C:\> (DOS-PROMT= Kommandoebene des Rechners). Damit ist der Rechner voll funktionsfähig und kann seiner Bestimmung nach aktiv werden.

10.3. Die Implementierung des Betriebssystems - Formatierung und Organisation der Festplatte

Nachdem das BIOS eingestellt wurde, legt man die Systemdiskette des Betriebssystems MS-DOS (aktuell 6.xx) in das vorher bestimmte Bootlaufwerk. Der Rechner bootet nun über die Diskette N° 1 und verweilt bei folgendem Menue:

```
Setup für Microsoft MS-DOS 6.2

Willkommen zum Setup.

Setup bereitet MS-DOS vor, um auf Ihren Computer zu arbeiten.

• Zur Installation von MS-DOS 6.2 drücken Sie die
  EINGABETASTE.

• Um weitere Informationen über Setup zu erhalten, drücken
  Sie die F1-TASTE.

• Um Setup zu beenden, ohne MS-DOS 6.2 zu installieren,
  drücken Sie die F3-TASTE.

Hinweis: Wenn Sie in letzter Zeit keine Datensicherung vorgenommen
haben, sollten Sie, bevor Sie MS-DOS installieren, eine
Sicherung durchführen. Um Ihre Dateien zu sichern, drücken
Sie die F3-TASTE, um Setup jetzt abzubrechen. Sichern Sie
dann Ihre Dateien mit Hilfe eines Datensicherungsprogramms.

Um Setup fortzusetzen, drücken Sie die EINGABETASTE.
EINGABETASTE=Weiter F1=Hilfe F3=Beenden F5=Schwarz/Weiß F7=Disketten
```

Das Menue bietet zum einen ein *Express-* und zum anderen ein *Benutzerdefiniertes-Setup*.

Falls wir nicht beabsichtigen, die Festplatte zu *partitionieren* (Aufteilung einer Festplatte in ein physikalisches und ein logisches Laufwerk), folgen wir dem Installationsprogramm von MS-DOS, welches automatisch die Festplatte formatiert und das Betriebssystem auf die Festplatte installiert (Express-Setup). Das Setup des Betriebssystems hat nun ein Ursprungs-Directory (**Root**), ein Sub-Directory C:\DOS, die Startdatei (AUTOEXEC.BAT) und die Konfigurationsdatei (CONFIG.SYS) angelegt. Die Urdateien *IO.SYS* und *MSDOS.SYS* liegen als *Hidden-Files* (für den normalen Betrachter unsichtbare Files) im Root-Directory.

Eine spätere **Partitionierung** oder deren Beseitigung ist ohne totalen Datenverlust im Nachhinein nicht mehr möglich, es sei dann, man benutzt ein spezielles Tool wie zum Beispiel *Partition Magic*.

Nun kann man damit beginnen, die Feinanpassung der AUTOEXEC.BAT und der CONFIG.SYS vorzunehmen. Dazu dient in der Regel ein *Editor* , z.B. EDIT.EXE. Diesen File findet man im DOS-Directory = DOS-Verzeichnis (C:\DOS). Zum Starten dieses Editors wechselt man von der Kommandoebene C:\> aus mit dem Befehl *<Change Directory DOS>* (<CD DOS>) ins Sub-Directory (Unterverzeichnis) C:\DOS und startet von dort aus, durch Eingabe des Befehls < EDIT.EXE > und der anschließenden Betätigung der RETURN-Taste, dieses Programm, das über eine passablen Benutzeroberfläche in Pull-Down-Menue - Technik, verfügt.

Kommt man mit den DOS-Befehlen noch nicht so ganz klar, bietet das Betriebssystem eine abgespeckte, windowsartige Benutzeroberfläche an , die s.g. DOSSHELL. Mit ihr kann man die ersten Schritte in die Wunderwelt der Computer wagen, z.B. den Editor starten.

DOS besteht aus Programmen (*.EXE oder *.COM), Befehlen (*.EXE), Hilfen (*.DOC bzw. *.TXT oder README.EXE), Konfigurationsanweisungen (*.SYS), Treiber (*.EXE; *.COM; *.SYS),

Ein File (Datei) besteht aus zwei Teilen, dem Datei-Namen (*. : maximal 8 Zeichen) und der File-Extention oder Datei-Kennung (.XXX : 3 Zeichen).

10.4. Der Aufbau von DOS

Das Betriebssystem MS-DOS besteht aus drei Hauptkomponenten, dem:

- ⇒ Ein-/Ausgabesystem
- ⇒ Kommandoprozessor

⇒ Dienstprogramme.

Das **Ein-/Ausgabesystem** kümmert sich um jedes Zeichen, das über die Tastatur eingegeben, auf dem Bildschirm dargestellt, gedruckt und durch die Kommunikationsschnittstellen empfangen oder gesendet wird. Es enthält auch das Dateisystem, das das Speichern und Abrufen (Laden) von Programmen und Informationen von den Speichermedien regelt.

Der **Kommandoprozessor** (COMMAND.COM) verfügt über mehrere interne Funktionen und Unterprogramme, welche die meisten Routinearbeiten erledigen. Dazu gehören z.B. Kopieren von Dateien, Auflisten von Speicherinhalten auf den Bildschirm, Starten von Programmen,

Die **Dienstprogramme** werden für Routinearbeiten benötigt und vereinfachen den Betrieb und die Nutzung des Computers. Sie sind zuständig für das Formatieren der Disketten, den Vergleich von Dateien, die Hintergrundverarbeitung von Druckaufträgen, machen freie Speicherplätze im Arbeitsspeicherbereich und vieles mehr.

Das Ein-/Ausgabesystem

Die Begriffe **Eingabe/Ausgabe** beziehen sich auf Aktivitäten, die im Zusammenhang mit der Zentraleinheit des PCs, also dem Prozessor und Speicher stehen. Wenn man ein Zeichen über die Tastatur eingibt, wandert das Signal für dieses Zeichen dual von der Peripherie in die Zentraleinheit. Dieser Vorgang wird **Eingabe** (Input) genannt. Gibt der Computer z.B. eine Zeile auf dem Bildschirm oder Drucker aus, wandert das Signal dual von der Zentraleinheit zur Peripherie, diesen Vorgang nennt man **Ausgabe** (Output).

Jedes Peripheriegerät hat eine bestimmte Funktion und kommuniziert auf seine Weise mit dem Computer. Bevor der Computer alles richtig umsetzen kann, muß ihm durch eine Reihe von Instruktionen mitgeteilt werden, wie er mit den Peripheriegeräten umgehen und deren Funktionen steuern soll. Für diese Kommunikation ist das BIOS verantwortlich.

Basic Input Output - System (BIOS):

Das **BIOS** eines PCs kann sich an zwei Stellen befinden: Ein Teil ist im ROM-Speicher fest abgelegt, der überwiegende Teil befindet sich jedoch in einer Betriebssystemdatei mit dem Namen IO.SYS. Sie enthält die meisten Teilprogramme zur Steuerung und Kommunikation mit den Peripheriegeräten.

Jedes dieser Geräte kommuniziert entweder nur mit einem Zeichen (*zeichenorientiert*) oder in Zeichengruppen, die Blocks genannt werden (*blockorientiert*). Die Tastatur, der Drucker und der Bildschirm sind Beispiele für zeichenorientierte Geräte, Diskettenlaufwerke und Festplatten sind blockorientiert (das Schreiben ganzer Sektoren, mit je 512 Byte). Da die Steuerungsmethoden für diese beiden Gerätetypen so grundverschieden sind, benutzt DOS zur Steuerung und Kontrolle der beiden Geräteklassen zwei unterschiedliche Gruppen von Teilprogrammen.

Zur Informationsaufnahme von einem zeichenorientierten Gerät überprüft DOS, ob das Gerät gerade ein Zeichen zu senden hat, nimmt das Zeichen daraufhin in Empfang und dirigiert es an die entsprechende Stelle. Wenn DOS ein Zeichen zum Bildschirm oder Drucker schicken will, überprüft es vorher, ob das Gerät zur Aufnahme eines Zeichens bereit ist und schickt dieses dann ab.

Das Plattenlaufwerk wird von DOS aufgefordert, den Schreibkopf über die entsprechende Stelle auf der Platte zu setzen und dann an dieser Stelle einen Datenblock zu empfangen oder zu senden.

Das Dateisystem (MSDOS.SYS) ist die Steuerzentrale des Betriebssystems. Sie teilt dem BIOS seine organisatorischen Anweisungen mit, welches dann seinerseits die eigentliche Kommunikation mit den Geräten übernimmt und die Instruktionen des Dateisystems übermittelt.

Für die Aufgabenteilung zwischen IO.SYS und MSDOS.SYS gibt es einen guten Grund. Die Aufgaben, die das BIOS zu erledigen hat, hängen nämlich von der Beschaffenheit der jeweiligen Peripheriegeräte ab. Man sagt deshalb auch, daß das BIOS geräteabhängig ist. Es ist somit von Vorteil, daß alle mit der Bedienung der Peripheriegeräte zusammenhängenden Aufgaben von einer zentralen Instanz erledigt werden. Wenn für neue Geräte zusätzliche Teilprogramme benötigt werden, werden diese neuen Instruktionen Teil des BIOS. Der Bereich des DOS, der sich mit dem Dateisystem beschäftigt, bleibt dabei unverändert. Hier wird bei jedem Rechner die gleiche Methode der Dateiverwaltung eingesetzt. Das BIOS ist jeweils auf die peripheren Bausteine des Computers zugeschnitten, die Datei MSDOS.SYS hingegen bleibt immer unverändert.

Der Kommandoprozessor

Die zweite Hauptkomponente im DOS ist die **COMMAND.COM**. Sie nimmt die Wünsche entgegen und trägt Sorge, daß für deren Ausführung die entsprechenden Anweisungen weitergegeben werden. Gibt man auf der Kommandoebene (C:\>) einen Befehl ein, so interpretiert der Kommandoprozessor diesen und reagiert entsprechend.

Der Kommandoprozessor besteht aus mehreren Teilen. Der erste Teil behandelt die Interrupts, der zweite Teil ist für die Fehlermeldungen verantwortlich und der dritte Teil kümmert sich um notwendige Routinen beim Beenden eines Programms (Freimachen von nicht mehr benötigtem Speicherplatz, etc.).

Der Bestandteil der COMMAND.COM kann entweder permanent oder temporär im Arbeitsspeicher existent sein.

10.5. AUTOEXEC.BAT und CONFIG.SYS optimal konfigurieren

CONFIG.SYS:

DEVICE=C:\DOS\HIMEM.SYS	Macht Extended Memory (XMS), d.h. den Speicher oberhalb von 1MB für DOS nutzbar
DEVICE=C:\DOS\EMM386.EXE	Emuliert Expanded Memory (EMS) im Hauptspeicher oberhalb von 1 MB.
DOS=UMB	Hiermit werden die nicht benötigten Speicherblöcke zwischen 640 KB und 1 MB nutzbar gemacht und Programme aus dem Arbeitsspeicher unterhalb 640 KB nach dort verlagert (DEVICEHIGH=C:\...)
DOS=HIGH	Mit diesem Befehl kann man Teile des Betriebssystems in einen ca. 64 KB großen Bereich oberhalb 1MB ausgelagern
BUFFERS=15,0	Hier handelt es sich um Dateipuffer, mit denen man die Zugriffsgeschwindigkeit auf Dateien erhöhen kann. Diese kleinen 512 Zeichen großen Zwischenspeicher werden im UMB angelegt und ersparen langsamere Zugriffe auf die Festplatte. Bei Verwendung von Cache-Programmen verlieren diese allerdings an Bedeutung. Hat man z.B. <i>Smartdrive</i> im Einsatz, kann man die Buffers auf 2,0 setzen und entlastet somit den UMB ($30 \times 512 = 15360$ Zeichen $\Rightarrow 1920$ Byte = 1,875 KB Speicherersparnis !!)
FILES=20	Anzahl der Möglichkeit gleichzeitig geöffneter Dateien
LASTDRIVE=E	Angabe des letztmöglichen Laufwerks
FCBS=1,0	Dateisteuerblöcke, mit denen man gleichzeitig geöffnete Dateien im Speicher kontrolliert. Mit der Zahlenangabe wird eine maximale Anzahl festgelegt
COUNTRY=049,437, C:\DOS\COUNTRY.SYS	Der Treiber COUNTRY.SYS legt die länderspezifischen Regularien fest (Zeit- und Datumsformat, Maßeinheiten, Währungen, etc.). 437: ist ein Zeichencode für Europa (Codepage)
SHELL C:\DOS\COMMAND.COM	Bindet den Kommandoprozessor ein und legt gleichzeitig einen Umgebungsspeicher fest, der in der Regel kleiner sein kann, als vom System vorge-

C:\ /E:256 /P	schlagen (MEM/C ...)
DEVICE=C:\DOS\DISPLAY.SYS CON=(EGA,437,1)	Dieser Bildschirmtreiber generiert bestimmte Zeichentabellen
STACKS=0,0	Hiermit lassen sich Stapelspeicher einrichten. Windows z.B. schlägt bei der Installation den Wert 9,256 vor.

Auf alle anderen Einträge kann man verzichten, solange das System nichts anderes verlangt. Was noch hinzukommt, sind spezielle Gerätetreiber.

Will man eine Zeile aus der CONFIG.SYS herausnehmen, so setzt man an den Anfang der betreffenden Zeile den Befehl „**REM**“

Mit der Anweisung „**REM**“ werden Dateipassagen entwertet, d.h., sie werden zu Texten degradiert, ohne Auswirkung auf das System.

Listing of File: C:\CONFIG.SYS

```

DEVICE=C:\DOS\HIMEM.SYS
DEVICE=C:\DOS\EMM386.EXE NOEMS ...
DOS=UMB,HIGH
BUFFERS=2,0
FILES=20
LASTDRIVE=E
FCBS=1,0
STACKS=0,0
COUNTRY=049,437,C:\DOS\COUNTRY.SYS
REM DEVICE=C:\DOS\DISPLAY.SYS CON=(EGA,437,1)
SHELL C:\COMMAND.COM C:\ /E:256 /P:340
REM DEVICE=C:\DOS\SETVER.EXE

```

Obige Konfigurationsdatei ist ein gängiges Beispiel. Sie vergrößert sich in dem Umfang, wie man zusätzliche Treiber benötigt (Soundkarte, CD-ROM, spezielle Festplatten-Treiber für Enhanced-IDE, ...).

Man sieht, daß zwei Zeilen auf „**REM**“ gesetzt sind. Man kann dies machen, solange das System nichts anderes wünscht. Der Vorteil dieser Aktion liegt darin, daß man Speicherbereiche im **UMB** einspart.

Auch durch Speicher-Management-Eingriffe kann sich das Aussehen der Datei noch leicht verändern.

Betreibt man mit dem Utility „**MEMMAKER**“ Speicheroptimierung, so werden die DEVICE-Anweisungen, außer den beiden ersten Zeilen, auf **DEVICEHIGH** gesetzt.

AUTOEXEC.BAT:

@ECHO OFF	@ ist ein Stabeldatei-Befehl, der alles was ihm in der Zeile nachfolgt, nicht am Monitor anzeigt. ECHO ON/OFF zeigt alles aus der Zeile am Bildschirm an/zeigt alles aus der Zeile nicht an
PROMPT \$p\$g	Ist die Normalanzeige des DOSPROMPT auf der Kommandoebene von DOS (C:\>)
PATH C:\;C:\DOS;C:\...	Hier handelt es sich um den s.g. PATH-Befehl, der DOS anweist, bei Bedarf zum Starten von *.EXE-, *.COM- oder *.BAT-Dateien, im jeweiligen Pfad nach diesen Dateien zu suchen
SET TEMP=C:\TEMP	In diesem Sub-Directory werden alle, während des Betriebs anfallenden temporären Dateien, abgelegt, die vom System aus irgend welchen Gründen nicht wieder gelöscht werden konnten (z.B. Systemabstürze,..). In dieses Directory begibt man sich dann in regelmäßigen Abständen und bereinigt es (DEL). Hätte man kein solches Directory, so würden unmotiviert diese meist unbrauchbaren Dateien auf der Platte herumgeistern.
C:\DOS\SMARTDRV.EXE X	Hier handelt es sich um einen softwaremäßigen Schreib-Lese-Cache (Zwischenspeicher im schnellen RAM und nicht auf der relativ langsamen Festplatte). Mit dem Schalter „X“ wird festgelegt, wie groß die RAM-Reservierung unter DOS und Windows sein soll. 2048 512 bedeutet: Die Cachegröße im RAM für DOS beträgt 2048 KBytes und für WINDOWS 512 KBytes
KEYB GR, 437,C:\DOS\KEYBOARD.SYS	Tastatortreiber für die deutsche Tastaturbelegung
C:\DOS\SHARE.EXE	Regelt den Dateizugriff, wenn mehrere Dateien gleichzeitig geöffnet sind

C:\DOS\MOUSE.COM	Lädt den Maustreiber resident in den Arbeitsspeicher
------------------	--

Listing of Files: C:\AUTOEXEC.BAT

```
@ECHO OFF
PROMPT $p$g
PATH C:\;C:\DOS;C:\WINDOWS; ...
SET TEMP=C:\TEMP
REM MODE CON CODEPAGE PREPARE=((437) C:\DOS\EGA.CPI)
REM MODE CON CODEPAGE SELECT=437
C:\DOS\SMARTDRV.EXE 2048 512
KEYB GR, 437,C:\DOS\KEYBOARD.SYS
C:\DOS\SHARE.EXE
C:\DOS\MOUSE.COM
```

Diese ist ein Beispiel für eine gängige Startdatei. Sie wird sich mit dem Grad der Implementierung weiterer PC-Komponenten (Soundkarte, Grafikkarte, CD-ROM, ...) noch vergrößern.

Werden die Dateien in das UMB bzw. HMA geladen, so steht vor dem betreffenden File der Befehl LH (LOADHIGH).

Auch hier hat die weiter oben beschriebene „REM“-Anweisung ihre Gültigkeit.

Während des Bootvorgangs kann man die einzelnen Zeilen dieser Stapel- oder allgemein Batch-Dateien zeilenweise überspringen mit der **F8**-Taste oder sie total ignorieren mit der Taste **F5**. Die Betätigung erfolgt nach dem **Kommando**: *MS-DOS wird geladen*.

Wichtige DOS-Befehle:

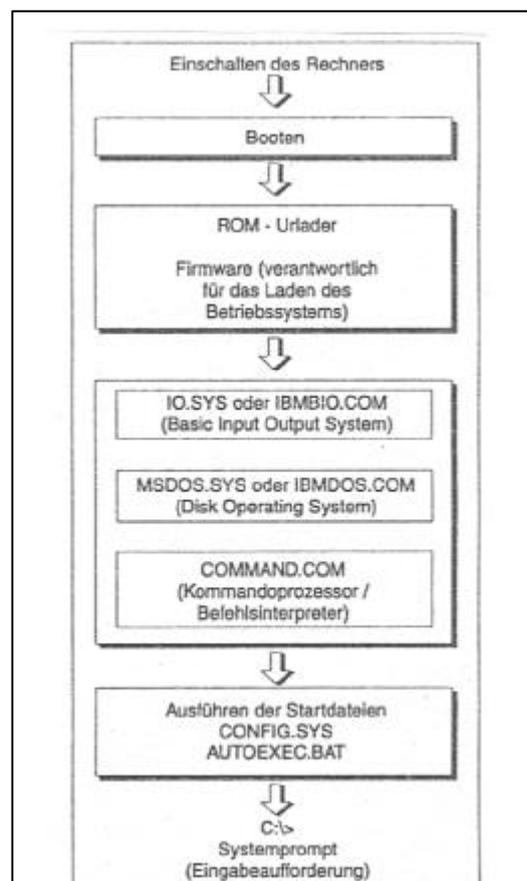
CD	Change Directory: Wechselt das aktuelle Verzeichnis und zeigt dessen Namen an
CHKDSK	Überprüft den Datenträger
CLS	Clear Screen: Löscht den Bildschirminhalt bis auf C:\>
COPY	Kopiert Dateien von Verzeichnis zu Verzeichnis oder vom Laufwerk zur Festplatte, ... <i>COPY A: *.* B:\...</i>

DEFRAG	Defragmentiert die Festplatte, fügt die Dateien sinnvoll zusammen und bringt einen erheblichen Gewinn an Zugriffsgeschwindigkeit
DEL	Delete: Löscht Dateien <i>DEL *.* C:\...\...</i>
DIR	Directory: Listet ein Verzeichnis auf. Ist das Verzeichnis länger als eine Bildschirmseite, dann läuft das Bild bis ans Ende und man sieht den Anfang nicht mehr. <i>DIR/P</i> oder <i>DIR/W</i> listet seitenweise untereinander bzw. nebeneinander auf.
DISKCOPY	Kopiert Disketten auf Datenträger gleicher Kapazität und Format
EDIT	Editor: Startet den DOS-Editor
FIND	Sucht Textstellen in Dateien
FORMAT	Formatiert die Speichermedien
HELP	Zeigt Hilfen für DOS-Befehle an
LABEL	Vergibt Namen an Datenträger
MD	Legt ein neues Unterverzeichnis an (Sub-Directory) <i>MD C:\NEU ..</i>
MEM	Memory: zeigt die Belegung des UMB und den freien Arbeitsspeicher an
MEMMAKER	Programm zur Optimierung des Speichers
MOVE	Verschiebt Dateien von einem Ort zum anderen
MSD	Diagnose-Programm für den PC
PATH	Legt den Dateipfad fest
PAUSE	Stopt den Ablauf von Batch-Dateien und läuft dann auf beliebigen Tastendruck weiter
PRINT	Druckt Textdateien im Hintergrund
RD	Löscht Unterverzeichnisse

RENAME	Benennt Dateien um
SETVER	Gaukelt einem Programm eine abweichende DOS-Version vor
SORT	Listet Dateien sortiert auf
TREE	Zeigt die Verzeichnisstruktur eines Datenträgers graphisch an
TYPE	Zeigt den Inhalt einer Textdatei an
VER	Version: Zeigt die aktuelle DOS-Version an
XCOPY	Kopiert nicht nur Dateien sondern auch ganze Verzeichnisse

10.6. Der Rechner wird gebootet

Ist das CMOS-Setup eingestellt, das Betriebssystem implementiert, die Konfigurations- und Startdatei geschrieben, dann kann der Rechner eingeschaltet (gebootet) werden. Auf dem Weg zum Systemprompt (C:\>) geschieht folgendes:



Nun können die Programme gestartet werden, der Rechner hat seine volle Funktionstüchtigkeit erlangt.

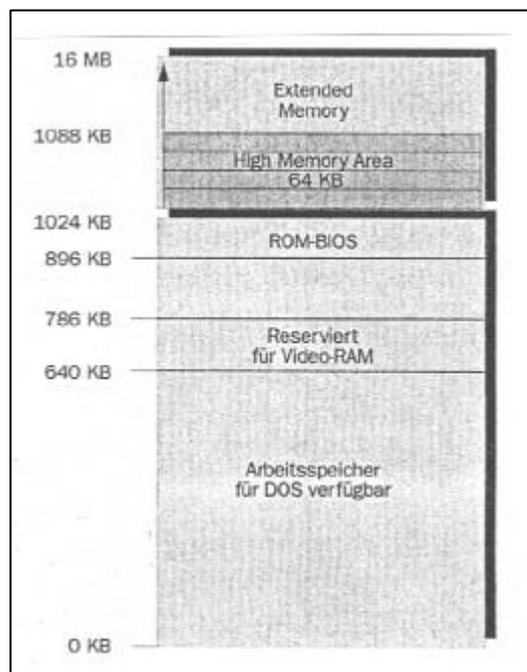
Die notwendigen Programm- und Betriebssystem-Datenblöcke liegen im Arbeitsspeicher oder sind ausgelagert.

Damit das System ungestört arbeiten kann, ist es unabdingbar, daß der untere Speicherbereich (**Konventioneller Speicher**) von 0 KB bis 640 KB so unbelastet wie möglich ist, denn nur dieser wird von DOS genutzt.

Durch die Befehle HIMEM.SYS, EMM386.EXE, DOS=UMB,HIGH aus der CONFIG.SYS werden alle möglichen Programmbestandteile in den **Upper-Memory-Block (UMB)** bzw. **High-Memory-Area (HMA)** ausgelagert und dort verwaltet.

Den Vorgang der gezielten Auslagerung übernimmt das Hilfsprogramm **MEMMAKER**.

Man kann dort einen **Express-Modus** oder einen **Benutzerdefinierten-Modus** ablaufen lassen. Bei günstigstem Verlauf erhält man damit einen freien Arbeitsspeicher von der Größe 620 KB. Dieser Wert ist nur durch spezielle Utilities (Qemm, 386-Max, ...) zu übertreffen.



EMM386.EXE emuliert oberhalb 1MB Arbeitsspeicher das s.g. EMS (Expanded-Memory-Spezifikation). Dieser EMS lag früher im UMB mit einem Auslagerungsfenster der Größe 64KB und wurde von dort auf besondere Steckkarten mit Speicherbausteinen umgeleitet. Dadurch konnte dieser Erweiterungsspeicher von DOS verwaltet werden. Heute ist man von dieser Technik abgegangen und bildet diesen EMS im s.g. XMS (Extended Memory Specification) nach. Dadurch wird der UMB um 64KB bereichert und kann für weitere Auslagerungen bereitgestellt werden.

