



1 Das Innenleben des PC

1.1 Die Grundausrüstung

Blickt man in den PC, so stellt man fest, daß dieser aus einzelnen Komponenten zusammengesteckt ist. Je nach Gerät kann die Ausstattung mehr oder weniger variieren; denn es gibt unzählige Kombinationen von Komponenten für Sonderanwendungen. Wir wollen als erstes auf die Standardkomponenten des PC eingehen.

Ein "normal" ausgestatteter Büro-PC verfügt seit 1995 im allgemeinen über:

Grundausrüstung:

- ◆ Gehäuse
- ◆ Spannungsversorgung (Netzteil)
- ◆ Hauptplatine (Motherboard, mit Speicher und Prozessor)
- ◆ Grafikkarte
- ◆ Schnittstellen (oft schon auf der Hauptplatine untergebracht)
- ◆ Diskettenlaufwerk 3½"(Floppy)
- ◆ Festplatte
- ◆ CD-ROM-Laufwerk
- ◆ Kühler für den Prozessor

Zusätzlich:

- ◆ Netzwerkkarte
- ◆ Modem
- ◆ Soundkarte

Zusätzlich kann ein PC noch über viele Erweiterungskarten verfügen, die der speziellen Aufgabe dieses einen Rechners gerecht werden. Der PC ist ein offenes System, d.h. er wurde schon in der Grundkonzeption dafür vorgesehen, in vielen unterschiedlichen Arbeitsbereichen seinen Platz zu erobern. Dazu wird er jedesmal mit anderen oder zusätzlichen Karten ausgestattet. In seiner Grundkonzeption ist er dabei seit 1980 jedoch unverändert.

Schauen wir uns die Komponenten etwas genauer an:

1.2 Die Spannungsversorgung

1.2.1 Das Netzteil

In "normalen" PCs werden die benötigten Betriebsspannungen durch ein "Netzteil" erzeugt. Untergebracht ist es in einem kleinen "silbernen Kasten", der sich meist in der Gehäuseecke hinter den Laufwerken befindet.

Das Netzteil wird direkt mit dem Kaltgerätekabel, wie bereits im Kapitel "Schnittstellen" erläutert an der Netzversorgung angeschlossen. Der IEC-Einbaustecker ist fest im Gehäuse des Netzteiles eingebaut.

Zunächst werden die Leitungen durch einen Schalter geführt, der sich meistens an der Frontseite des Gehäuses befindet und durch den sie **zweipolig abgeschaltet** werden. Von dort aus geht es zurück zum Netzteil. Bei jedem guten Gehäuse besteht keine Berührungsgefahr mit der Netzspannung. Das Netzteil ist vollständig gekapselt und die Schalteranschlüsse sind zusätzlich nochmals isoliert.



Im Netzteil wird die Netzspannung **zunächst gleichgerichtet** und somit zu einer Gleichspannung von ca. 320 V umgeformt. Aus dieser Gleichspannung wird dann eine **hochfrequente Wechselspannung** erzeugt. Diese Frequenz ist erheblich höher als die 50Hz (60Hz) unserer Netzwechselspannung. Deshalb ist das Netzteilgehäuse auch **mit solidem Stahlblech gekapselt** und nicht mit Aluminium!

Die erzeugte Wechselspannung wird auf eine Betriebsspannung von rund 12 Volt heruntertransformiert und dann erneut gleichgerichtet. Jetzt erst folgt eine Elektronik, die alle für den Rechner benötigten Betriebsspannungen erzeugt: +12 V, -12 V, +5 V, -5 V und noch eine



Hilfsspannung, die heutzutage aber kaum noch benötigt wird. Dieser zunächst umständlich anmutende Weg sorgt für eine sehr stabile Betriebsspannung hinter dem Netzteil und spart immense Bauteilekosten ein.

Ein solches **Schaltnetzteil** sollte man niemals ohne Last betreiben, da besonders ältere Netzteile schon durch ein kurzes lastfreies Einschalten zerstört werden können.

1.2.2 Vorteile von Schaltnetzteilen

Bei Netzteilgrößen von 300W wären normale Transformatoren mit einem Gewicht von ca. 10 kg notwendig. Ein Schaltnetzteil ist wesentlich leichter zu bauen. Ein weiterer Vorteil des Schaltnetzteiles liegt in der Variationsbreite der Eingangsspannung. Moderne Netzteile liefern die gewünschten Ausgangsspannungen bei Eingangsspannungen zwischen 103 und 253 Volt. Außerdem sind sie auch in Ländern einsetzbar, die noch Gleichspannungsnetze haben.

In gleicher Technik gibt es inzwischen auch PC-Netzteile, die mit 12 oder 24 Volt Gleichspannung gefüttert werden können, also bequem in Autos, Wohnmobilen, auf Booten oder auch in Ihrem Wochenendhaus mit Solarstromversorgung funktionieren. Zusammen mit einem LCD-Display, das ebenfalls mit 12V läuft, benötigen sie dann etwa 23-30W, sind also aus einer mittleren Autobatterie bis zu 20 Stunden betriebsfähig.

1.2.3 Spannungsversorgung der Geräte

Die vom Netzteil gelieferten Spannungen stehen auf mehreren Kabeln zur Verfügung. Damit werden sie zu den Geräten geführt, die mit Energie versorgt werden müssen.

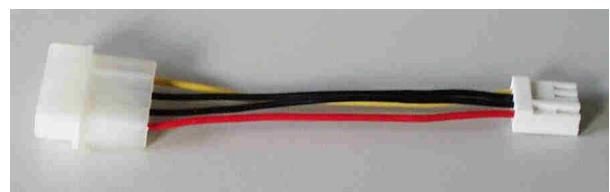
Diskettenlaufwerke und Festplatten besitzen einen 4poligen unverdrehbaren¹ Steckverbinder, den es in zwei unterschiedlichen Größen gibt. Ältere Laufwerke, CD-Roms und Festplatten benutzen meistens den etwas größeren Steckverbinder, kleinere Geräte (z.B. 3,5"-Floppys) den kleineren. Die Wahl des Steckers sollte beim Hersteller nur von der Stromaufnahme abhängen. Die Belegung ist bei beiden Steckverbindern identisch, so daß es hier Adapter vom größeren in die kleinere Richtung gibt. Sollte Ihnen einer begegnen, der vom kleineren zum größeren Stecker "adaptiert", erhöhen sie unbedingt Ihre Feuerversicherung vor der Benutzung.



Großer Versorgungsstecker



kleiner Stecker

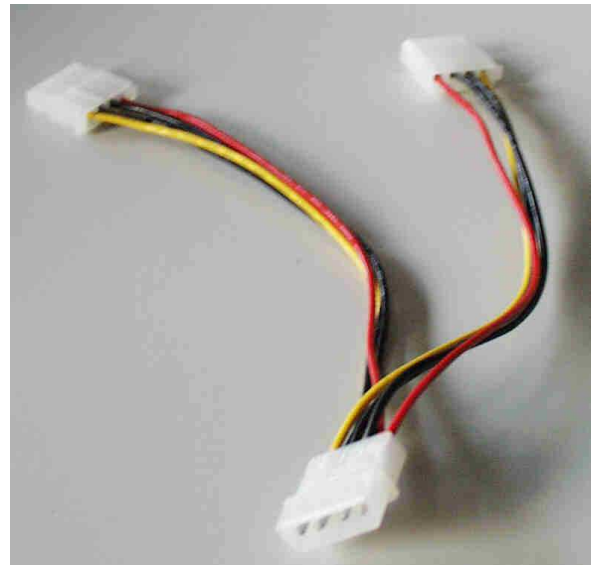


Adapter vom großen auf den kleinen Stecker

¹ Mit Gewalt geht alles...



Reicht die Anzahl der Stecker am Netzteil nicht aus, weil man mehr Geräte anschließen möchte als Stromversorgungsstecker vorhanden sind, gibt es für die größeren Stecker sogenannte **Y-Kabel**, die über eine Kabelpeitsche zwei Kupplungen an einem Stecker versorgen. Da es sich hier um die reine Stromversorgung handelt, ist das ganze genauso möglich, wie Sie es zu Hause mit einer Mehrfachsteckdose am Hausnetz gewohnt sind.

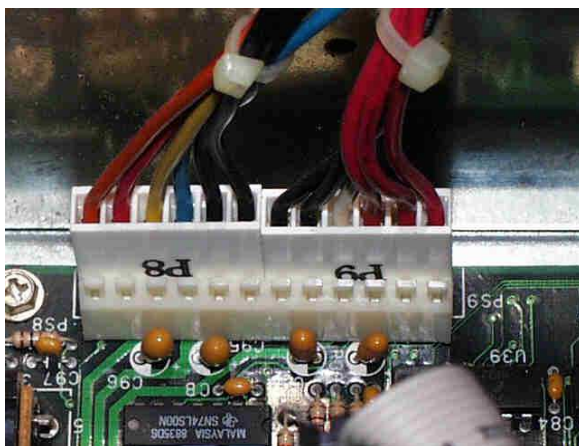


Überlasten Sie allerdings nicht einen Strang des Netztes. Im Allgemeinen handelt es sich bei den unterschiedlichen Ausgängen um getrennt abgesicherte Stränge. Es ist nur so möglich, die erforderliche **Kurzschlußfestigkeit** für den unbeaufsichtigten Betrieb herzustellen. Wenn Sie einen Strang überlasten, muß das gesamte Netzteil abschalten!

Verteilen Sie die Geräte gleichmäßig auf die Spannungsversorgungsausgänge des Netztes. Die Überlastung eines einzelnen führt zur Abschaltung des gesamten Netztes.

1.2.4 Spannungsversorgung des Motherboards

Bei genauerem Hinsehen wird man zwei Steckverbinder erkennen, die eine etwas andere Geometrie haben. Diese führen zur Hauptplatine (Motherboard).



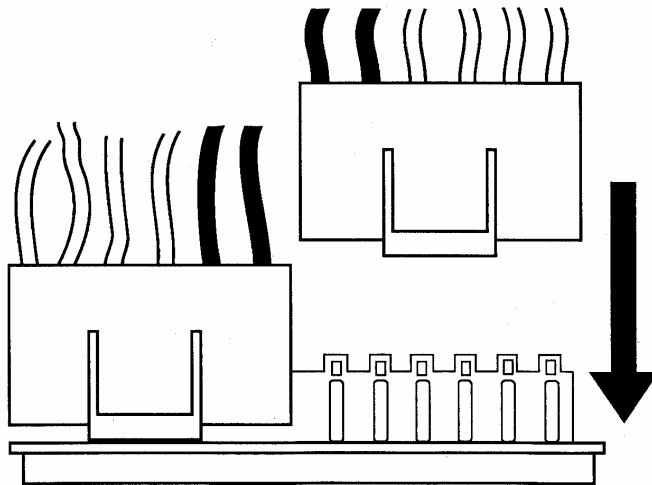
Auf dem Motherboard werden mehr unterschiedliche Spannungen benötigt, als bei den Laufwerken. Daher bestehen diese Kabel auch aus einigen Adern mehr. Vorsicht! die Verbindung ist in den meisten Fällen auf zwei Steckverbinder aufgeteilt und es besteht Verwechslungsgefahr.

Ein falscher Anschluß zerstört mitunter den gesamten Rechner! Die Kabelfarben verraten jeweils die Spannung, die das



Pin	Description	Pin	Description
1	Power Good	7	Ground
2	+5V DC	8	Ground
3	+12V DC	9	-5V DC
4	-12V DC	10	+5V DC
5	Ground	11	+5V DC
6	Ground	12	+5V DC

Plug the dual connectors from the power directly onto the board connector while making sure the black leads are in the center.



Belegungsplan aus einem "386er"

Kabel führt. Schaut man auf den Belegungsplan dieser Steckverbindungen und den der Hauptplatine sieht man schnell, welcher Stecker wohin gehört.

Die schwarzen Adern führen die Masse (GND). Hier müssen alle vier Adern nebeneinander in der Mitte liegen, dann sind die Stecker richtig aufgesteckt.

1.2.5 Netzteil und Gehäuse

Das Netzteil wird normalerweise als Bestandteil des Computergehäuses verkauft. Ein Austausch ist aber dennoch möglich. Alle einigermaßen modernen Gehäuse haben ein Netzteil, daß auch in jedes andere Gehäuse paßt. Davon ausgenommen sind lediglich ältere Rechner (älter als ca. zehn Jahre) und ganz moderne ATX-Gehäuse.

Die Netzteilleistung liegt inzwischen fast immer zwischen 200 W und 250 W, was für alle normalen Systeme ausreicht. Nur große Server mit vielen Laufwerken brauchen mitunter stärkere Netzteile.

In jedem Netzteil befindet sich ein (meistens temperaturgeregelter) Lüfter, dessen Aufgabe es ist, das Netzteil und meistens sogar den gesamten Rechner zu kühlen. Bessere Gehäuse haben zusätzliche separate Lüfter, die gefilterte Luft in das Gehäuse drücken. Ansonsten wird die Luft vor allem über die Laufwerksschlitze angesaugt, und das ist ausgerechnet die Stelle im Gehäuse, an der Staub am schädlichsten ist.



1.3 Die Hauptplatine

Hauptplatinen gibt es in verschiedenen Abmessungen.

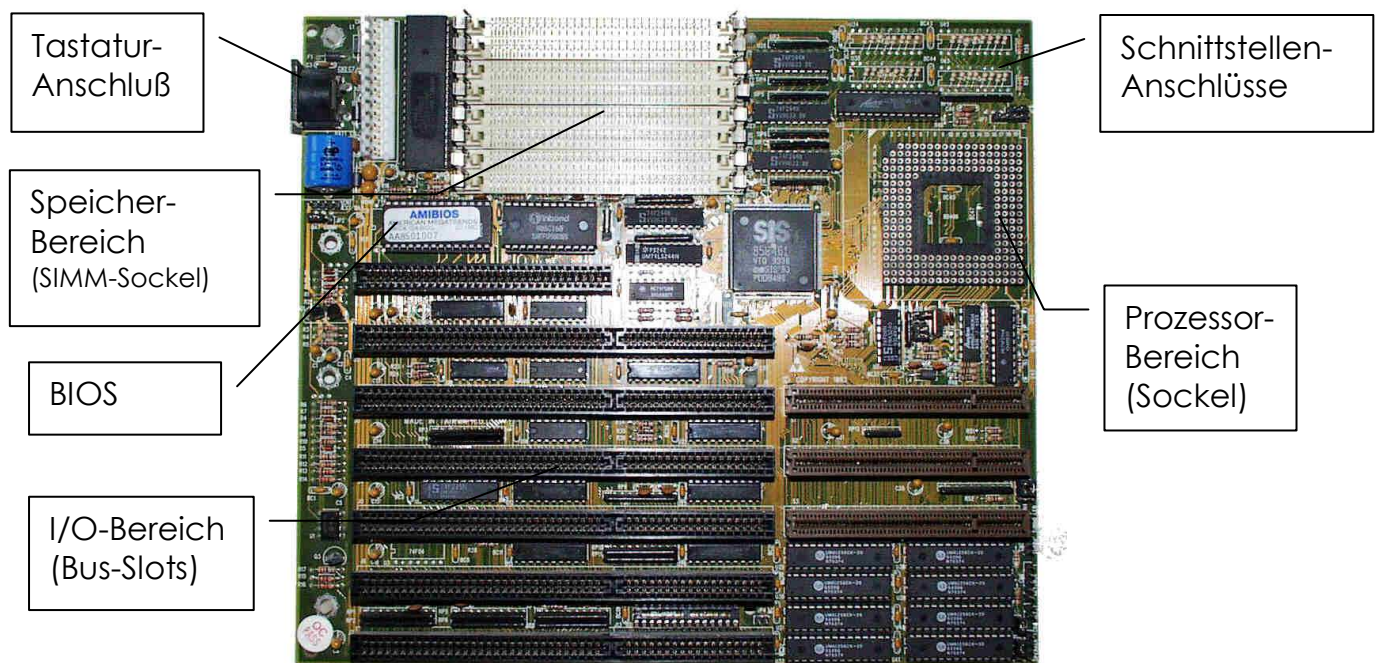
- Baby-AT-Board
- ATX-Board

Auch heute noch am meisten verbreitet ist das sogenannte Baby-AT-Board bzw. etwas kleinere, ungenormte Vertreter, die aber dennoch austauschbar sind. Ganz moderne PCs haben fast ausschließlich das moderne ATX-Board verbaut, was im Prinzip nichts weiter als ein gedrehtes Baby-AT-Board ist, lediglich erweitert um einige mehr oder weniger sinnvolle Funktionen zum Energiesparen und mit fest angelöteten Schnittstellen. Da die Akzeptanz dieses "Formfaktors" immer noch nicht voll gegeben ist, sind aber auch noch herkömmliche Boards im Handel.

ATX-Boards benötigen ein spezielles Netzteil und passen natürlich auch nicht mehr in vorhandene Gehäuse.

Die Platine ist im Gehäuse mit mehreren Kunststoffabstandsbolzen befestigt. Oft stellt nur eine einzige Schraube eine elektrische Verbindung zum Gehäuse her und hält das Board in seiner Position. Das Motherboard ist gleichzeitig der Träger für alle Erweiterungskarten. Diese werden einfach in die **Bus-Steckerleisten** des Boards eingesteckt und am **Slotblech** verschraubt.

Wagt man einen groben Blick auf die Hauptplatine, so fallen zunächst verschiedene Bereiche ins Auge, in die man die Hauptplatine unterteilen kann:



1.3.1 Prozessor

Kennzeichnend für ein Motherboard ist natürlich der verwendete Prozessor. Ist er nicht eingesetzt, findet man einen großen freien Sockel.

Alle modernen PCs sind inzwischen mit einem der Prozessoren der Pentium-Familie ausgestattet. Die Unterschiede im einzelnen aufzuführen ist allerdings müßig, da diese Familie zusammen mit den Prozessoren, die nicht von Intel hergestellt werden, sondern von kompatiblen Herstellern (AMD, Cyrix etc.), inzwischen rund 100 Mitglieder hat.

Ganz grob kann man sie in die drei Klassen Pentium, Pentium Pro und Pentium II unterteilen. In jeder dieser Klassen gibt es unterschiedliche Taktfrequenzen, die dann dazu führen, daß man keine wirkliche Wertung der Rechengeschwindigkeit abgeben kann, da sie sich überlappen. Ebenfalls zu beachten sind "Nebenausstattungen" der Prozessoren wie Cache-Größe, MMX-Unit usw..

Da es auch immer noch Board's mit älteren Prozessoren gibt, hier eine kleine Übersicht der wichtigsten PC-Entwicklungsstufen seitens des Prozessors:

Typ	Erläuterung
8088	Erster PC-Prozessor mit 8-Bit Datenstrom und 4,77 MHz Takt-Frequenz. Er fand Einsatz im IBM-PC, dem "Ur-PC".
8086	Erweiterter Prozessor mit 16-Bit Datenbusbreite und 8 MHz Takt. Neben dem 8088-XT, wurde er als XT-PC (Ex tended T echnology) bekannt.
80186	Ein kaum verbreiteter Prozessor, der im PC-Bereich nur kurze Zeit für Rechner der Firma Siemens genutzt wurde. Er konnte zwar schon mehr Speicher verwalten und schneller getaktet werden als der 8086. Ihm fehlten aber noch wesentliche Vorteile des 80286.
80286	Revolutionärer Prozessor in AT-PCs (A dvanced T echnology). Er hat einen 16-Bit Bus und Taktfrequenzen von 6-16 MHz. Wesentliche Neuerung war, daß er mehr Hauptspeicher ansprechen konnte und im Protected Mode (geschützter Modus) betrieben werden konnte. Leider hatte er den Fehler, daß der Protected Mode nicht mehr sauber verlassen werden konnte.



Typ	Erläuterung
80386	Leistungsfähiger Prozessor mit 32-Bit Datenbusbreite und einer Taktfrequenz von 16-40 MHz. PCs mit diesem Prozessor galten über Jahre hinweg, aufgrund günstiger technischer Performance, als "Standard der 90er". Sie sind auch in der Lage den Protected Mode "nach Belieben" ein- und auszuschalten. PCs mit diesem Prozessor können heute noch benutzt werden.
80386SX	Ein aus Preisgründen etwas abgespeckter 80386-Prozessor, der intern nur mit 16 Bit arbeitete aber 32-Bit-Programme akzeptierte, indem er sie zur Laufzeit konvertierte. Das machte ihn bei 32-Bit-Code sehr langsam, bei 16-Bit Code hingegen schneller als den 80286.
80486	Höhere Taktfrequenzen von 25-120 MHz, mit internem Cache , ein Zwischenspeicher und Coprozessor , ein integrierter Zusatzprozessor für mathematische Aufgaben. Er besitzt eine noch höhere Leistungsfähigkeit als der "386er".
80486 DX2	486er, der intern mit doppelter Taktrate läuft 80486 DX2/66, intern mit 66 MHz, extern mit 33 MHz
80486 DX4	486er, der intern mit dreifacher Taktrate läuft 80486 DX4/100, intern mit 100 MHz, extern mit 33 MHz
80486 SX	Ein abgespeckter 80486 ohne Coprozessor.
80586	Sehr verbreiteter Prozessor von INTEL - sein Markenname Pentium – verspricht eine wesentliche Leistungssteigerung gegenüber dem "486er" durch eine Busbreite von 64 Bit und Taktfrequenzen bis zu 233 MHz. Der interne Registerspeicher wurde von 32 auf 64 Bit erhöht. Der erweiterte Pentium MMX wird mit neuen Multimedia-Befehlssätzen ausgeliefert, was vor allem bei Spielen enorme Geschwindigkeitsvorteile mit sich bringt.
P-II, Pentium-2	Neuester Prozessor von INTEL, der den P5 ablöst, ein reiner 32-Bit Prozessor, der vorwiegend im Serverbereich Anwendung fand. Der Pentium-2 arbeitet teilweise mit über 400 MHz Taktfrequenz und bietet erweiterten MMX-Befehlssatz und integrierten Second-Level-Cache sowie eine beschleunigte Befehlsverarbeitung.
P-II Celeron,	Diesen Prozessor gibt es in vielen Varianten, z.B. der Celeron , eine abgespeckte Version ohne integrierten Second-Level-Cache bzw. mit weniger Cache.

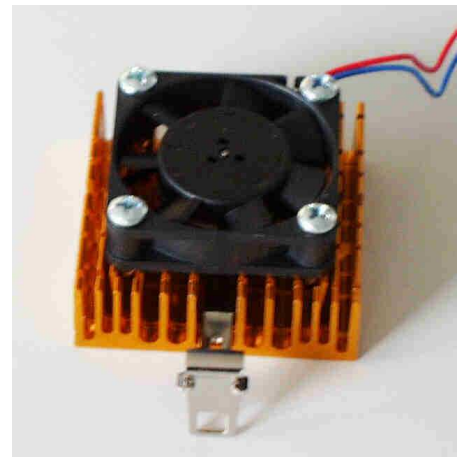


Typ	Erläuterung
P-II Xeon	Zusätzlich gibt es den Xeon ein High-End-Prozessor für den Servereinsatz. Die Prozessoren sind eingeschränkt parallelprozessing-fähig. Es kann ein Mainboard also mehr als einen Prozessor besitzen.

Eng mit dem Prozessor verknüpft ist ein Satz weiterer ICs auf dem Board, der den Prozessor bei seiner Arbeit unterstützt. Dieses "Chipset" ist maßgeblich für das spezifische Board. Zum einen kann es von unterschiedlichen Herstellern stammen, zum anderen bietet jeder Hersteller auch unterschiedliche Chipsets an, die alle unterschiedliche Leistungsfähigkeit haben. Hier ist der Markt aber einer noch stürmischeren Entwicklung unterzogen als bei den Prozessoren, so daß es nicht möglich ist, die Chipsets innerhalb dieses Workshops zu vergleichen und zu bewerten. Wir wollen daher im Kapitel "Systemarchitektur" nur kurz auf die prinzipiellen Zusammenhänge und Aufgaben eines Chipsatzes eingehen.

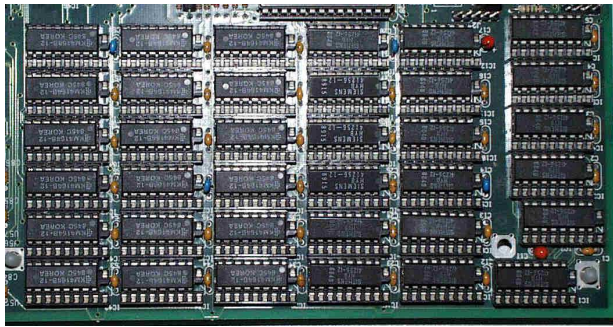
1.3.1.1 Prozessorkühler

Die Prozessoren benötigen spätestens ab der 486er-Klasse einen Kühlkörper. Aufgrund der hohen Integration und der hochgezüchteten Taktraten sind dies in der Regel aktive Kühler, d.h. mit Ventilator. Verißt man den Kühlkörper, steigt die Oberflächentemperatur des Prozessors innerhalb weniger Minuten auf über 90° an. Der Prozessor wird erst langsam (läßt Takte aus), läßt dann ganze Befehlssequenzen "unter den Tisch fallen" und geht schließlich kaputt. Ein guter Lüfter sollte es deshalb schon sein und nicht der billigste. Für 486er, Pentium P60, P100, und die folgenden gab es verschiedene Modelle wegen der unterschiedlichen Prozessorgrößen und Sockel. Beim PII ist ohnehin ein großer Kühlkörper vormontiert, sodaß er wieder ohne Ventilator auskommen kann.

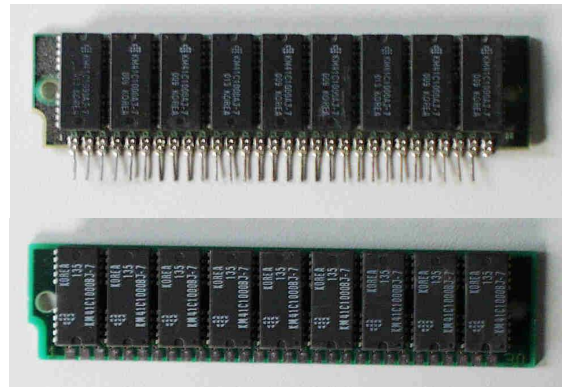


1.3.2 Speicher

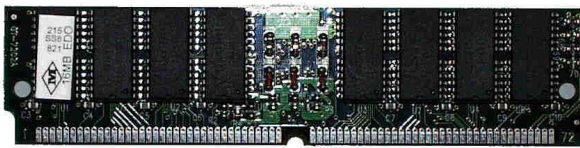
Der nächste auffällige Bereich des Motherboards ist der Speicher. Der Arbeitsspeicher eines modernen PC beträgt heute 32 oder 64 MB. Größen, die noch vor wenigen Jahren sogar für Festplatten utopisch erschienen. Eingesetzt werden heute ausschließlich Speichermodule mit zusammengefaßten Chipsätzen. Hiervon gibt es wiederum unterschiedliche Leistungsklassen. Die älteren diskreten Speicherchips sind inzwischen von der Bildfläche völlig verschwunden.



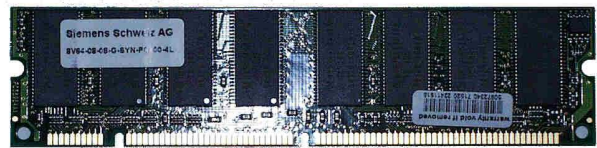
Single-Chip-RAM (1. Generation)



RAM-Karten der 2. Generation (oben: SIP, unten: SIMM)



PS/2 SIMMS 72polig (3. Generation)



PS/2 SDRAMS 168polig (4. Generation)

Genau gesagt handelt es sich um sogenannte **SIMM** (Single Inline Memory Module) und **DIMM** (Dual Inline Memory Module). Diese Module für den Arbeitsspeicher gibt es in drei mechanischen Ausführungen: mit 30 Kontakten (kaum noch am Markt erhältlich) mit 72 Kontakten und inzwischen auch mit 168 Kontakten. Erstere werden im allgemeinen einfach nur als RAMs, letztere als PS/2-SDRAMs bezeichnet.

SIMMs sind 8 Bit breit, PS/2-SIMMs und ihre Abkömmlinge 32 Bit. Dies bedeutet, daß je nach Datenbusbreite des Prozessors entsprechend viele SIMMs gleichzeitig zum Einsatz kommen müssen, um eine Funktion überhaupt erst zu gewährleisten. Für einen 32-Bit-Prozessor braucht man 4 SIMMs je sogenannter Bank (Gruppe von Speichersteckplätzen), jedoch nur 1 PS/2-SDRAM.

Nach außen besteht aber kein Unterschied, ob man ein Stück 16MB-PS/2 SIMM verbaut hat oder vier Stück 4MB herkömmliche SIMMs (RAMs).

Zudem drängen immer mehr 168polige SDRAMS auf den Markt, die einen 64-Bit-Bus besitzen. Diese haben auch eine wesentlich geringere Zugriffszeit (unter 10 Nanosekunden); für die kommende Generation der 100-MHz-Boards (der externe Bustakt beträgt hier 100 MHz) benötigt man unbedingt DIMMs mit 8 ns Zugriffszeit. Die Zugriffszeit ist neben der Speichergröße die zweite charakteristische Größe eines SIMM. Welche Module sie gebrauchen und wie schnell diese sein müssen, hängt vom Mainboard ab und steht in der entsprechenden Anleitung.



Zusätzlich gibt es noch Unterarten wie **Fast Page Mode (FPM)** oder **EDO (Enhanced Data Out)**. Diese sollen den Zugriff auf den Speicher beschleunigen. Auch hier wird eine Verträglichkeit in der Anleitung zum Mainboard erwähnt.

1.3.3 IO-Bereich

Der I/O-Bereich stellt die Verbindung zu den weiteren Karten und Peripheriegeräten her. Hierbei greift der PC auf Strukturen zurück, die schon der erste PC vor ca. 20 Jahren sein Eigen nannte. Jede Karte, die in diesem damaligen PC lief, würde auch heute noch in Ihrem PC arbeiten.

1.3.3.1 ISA-Bus 8 Bit



Der damals von IBM gewählte Steckverbinder ist ein Platinendirektstecker, der bis heute nicht aus dem PC vertrieben werden konnte. Damals war der Bus gemäß dem ersten Prozessor (8088) nur **acht Bit breit**. Aber schon damals befanden sich mehrere identische **Slots** auf dem Board. In welchen Slot man welche Karte gesteckt hat war egal. Und das ist es im Prinzip auch heute noch.

1.3.3.2 ISA-Bus 16 Bit



Mit der übernächsten Prozessorgeneration, dem 80286 wurde der PC grundlegend überarbeitet und schaffte endgültig den Durchbruch. Grundsatz ist immer die Kompatibilität zu den alten Programmen und Karten gewesen. Um jedoch neue Funktionen auf dem Systembus unterzubringen, mußte ein neuer Steckverbinder her. Die Lösung war einfach. Der alte Steckverbinder blieb und wurde einfach durch einen weiteren ergänzt. Eine herkömmliche 8-Bit Karte "sieht" den restlichen Verbinder erst gar nicht, da nur lange 16-Bit Karten hier Kontaktflächen besitzen. Der Bus **bekam 16 Bit Breite**.

1.3.3.3 MCA-Bus 32 Bit

/// Bild vom MCA ///

Mitte der 90er Jahre kam zusammen mit dem speicherhungrigen Betriebssystem Windows 3.0 der Wunsch nach schnellem Zugriff auf Arbeitsspeicher auf, der sich auf Erweiterungskarten befand. (Dazu mehr im Kapitel Systemarchitektur.) Es



wurde der Wunsch nach schnellem Zugriff auf die Karten laut. Bisher war der sogenannte "Bustakt", also die Geschwindigkeit, mit der auf Karten zugegriffen werden konnte, noch auf 8MHz - dem Prozessortakt des 8086 - festgelegt. Viele Hersteller begannen mit der Entwicklung eines gesonderten Steckplatzes, der mehr Geschwindigkeit und mehr Datendurchsatz als ein 16-Bit ISA-Slot bot (ISA: **I**ndustrial **S**tandard **A**rchitecture).

Ähnlich der Idee der parallelen Schnittstelle (nichts anderes ist der Systembus im Prinzip) wurden weitere "Autobahnspuren", also Datenleitungen nachgerüstet. Der zunächst verwendete Steckverbinder war doppelt so lang wie ein 16-Bit ISA-Slot und von Hersteller zu Hersteller unterschiedlich.

Wiederum war es die IBM, die als erste einen völlig neuen Steckverbinder auf den Markt brachte, auch um sich vom zunehmenden Druck der Billigschrauber abzusetzen. In der Modellserie PS/2, hat IBM nicht nur neue Stecker für serielle und Tastaturschnittstelle, für die Speicherchips, Laufwerke und Festplatten-schnittstelle eingeführt, sondern auch für den Systembus. Angepaßt an den 32Bit breiten 80386er Prozessor erblickte die **Microchannel Architecture (MCA)** mit einer Bustaktfrequenz von 20 MHz das Licht der Computerwelt. IBM hat den Markt jedoch unterschätzt. Die teureren IBM-Lösungen konnten sich nicht durchsetzen und die nötige Marktmacht im PC-Bereich hatte IBM inzwischen verloren. Mit der PC-Linie von IBM starb auch der MCA-Bus.

1.3.3.4 EISA-Bus 32 Bit

/// Bild vom EISA ///

Die restliche Industrie konterte mit EISA, einem erweiterten ISA-Bus, der kompatibel zu den vorhandenen Karten war und sich auf eine breitere Mehrheit stützte. Eine ISA-Karte paßt also in einen EISA-Bus; umgekehrt natürlich nicht.

1.3.3.5 VESA Local Bus 32 Bit



Nach und nach begannen aber vor allem die Hersteller im Fernen Osten schnellere "Local Busses" zu entwickeln und ohne Mehrpreis in den Markt zu drücken. Idee hierbei: Wie schon zuvor der Umstieg von 8 Bit auf 16 Bit, sollte ein herkömmlicher Steckplatz die Grundlage bieten. Erweitert wurde er dann durch einen dritten Steckverbinder. Gerade noch bevor die höherwertige Industrie EISA durchsetzen konnte haben die Taiwanesen es geschafft, ihre unterschiedlichen Busse als **VESA Local Bus** zu normieren und damit den Kartenherstellern die Möglichkeit gegeben, Karten für diesen Bus zu entwickeln.



Schlagartig war der MCA-Bus vom Markt verschwunden und der EISA-Bus konnte sich nur noch in einigen hochwertigen Server-Boards halten.

1.3.3.6 PCI-Bus 64 Bit



Der Gegenschlag der gesamten amerikanischen Industrie wurde in Form von PCI zu einem leistungsfähigen Gegenstück, das allerdings nicht mehr kompatibel war. Ohnehin wurden immer mehr Stimmen laut, die heilige Kuh "Kompatibilität" zu opfern. Zu dieser Zeit tobte eine Entscheidungsschlacht, bei der der PC mit seiner gesamten Architektur von Apple, Atari und zunächst auch Commodore angegriffen wurde. Der PC konnte sich jedoch gegen alle Konkurrenten durchsetzen.

Als Lösung sah man auf jedem Board eine Anzahl PCI-Slots (meist drei oder vier) vor und ebenso viele ISA-Slots für die alten Karten.

PCI (**P**eripheral **C**omponent **I**nterconnect) ist bis heute der Standard für schnelle Karten. Die Taktfrequenz beträgt maximal 66 MHz und soll demnächst auf 100MHz angehoben werden. Heute sind PCI-Karten aufgrund der hohen Verbreitung nicht mehr teurer als ISA-Karten.

1.3.3.7 AGP-Bus für Grafikkarten



Ähnlich der Entwicklung des Busses für Speichererweiterungskarten setzt in der letzten Zeit eine Entwicklung für einen besonders schnellen Bus zum Datentransfer zur Grafikkarte ein (**AGP**). Der Speicher ist inzwischen durch eine wesentlich erhöhte Packungsdichte bei den Speicherchips meist direkt auf dem Mainboard platziert, weswegen Speichererweiterungskarten im PC der Vergangenheit angehören.

Hinweis:

Alle Busstecker sind so dargestellt, daß sich links die Gehäuserückwand mit den Slotblechen befindet.

1.3.4 Anschlüsse des Mainboard

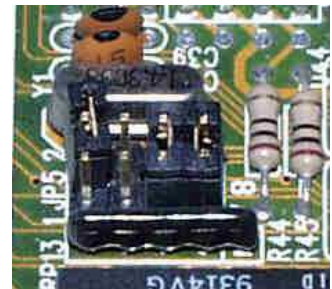
Als letztes besitzt das Mainboard noch eine Anzahl Kabelverbindungen zur Frontplatte:

- ◆ Turbo-LED
- ◆ Keylock
- ◆ Reset
- ◆ Power On LED
- ◆ Turbo-Schalter

Diese sind beschriftet oder in der Board-Dokumentation beschrieben. Freilich müssen nicht immer alle dieser möglichen Einbauten in der Front des Rechners vorgesehen sein. Besonders der Schlüsselschalter für die Tastaturabschaltung ist nicht immer mit von der Partie. Die Fehlermeldung "Keyboard not found, press F1 to continue" erscheint deshalb manchmal etwas absurd.

1.3.5 Jumper

Auf den ersten Blick leicht mit diesen Kabelanschlüssen zu verwechseln sind die sogenannten "**Jumper**". Hier werden jedoch keine Kabel angeschlossen, sondern nur Steckbrücken gesetzt, um das Board an gegebene Außenbedingungen (z.B. unterschiedliche Prozessoren) anzupassen. Es gibt mindestens drei verschiedene Größen, sodaß man die nicht benötigten Jumper gut aufheben sollte, oder sie, wie abgebildet,



1.4 Externe Massenspeicher

Heutzutage verfügt jeder PC zumindest über eine Festplatte und ein Diskettenlaufwerk. "Vernünftige" PCs haben zusätzlich noch ein CD-ROM-Laufwerk und manche sogar ein ZIP-Drive.

Bei den Disketten- und Festplattenlaufwerken handelt es sich um sogenannte "Massenspeicher", die ihre Daten magnetisch aufzeichnen.

Sie werden bereits vom BIOS angesprochen:

	Disketten	Festplatten
INTerrupt	13h	13h
Register DL	0h..3h	80h..84h
Register AH	Je nach Funktion	Je nach Funktion



Eben dieser Interrupt 13h ist dafür verantwortlich, ob das BIOS des Boards oder das Zusatz-BIOS des Controllers Festplatten mit mehr als 512 MB kontrollieren können.

Näher gehen wir darauf in unserem Seminar "Hardwarenahe Programmierung für den PC" ein. Eine ausführliche Beschreibung der Funktionen finden Sie im Buch "**PC Intern 3.0**" von Michael Tischer, das 1992 im Data-Becker-Verlag erschienen ist oder in "**PC-Interrupts**" von Ralf Brown & Jim Kyle aus dem Addison-Wesley-Verlag.

1.4.1 Diskettenlaufwerk

Zuerst hatten die PCs Diskettenlaufwerke. Daraus resultierte die Bezeichnung des ersten PC-Betriebssystems, das sich verbreiten konnte:

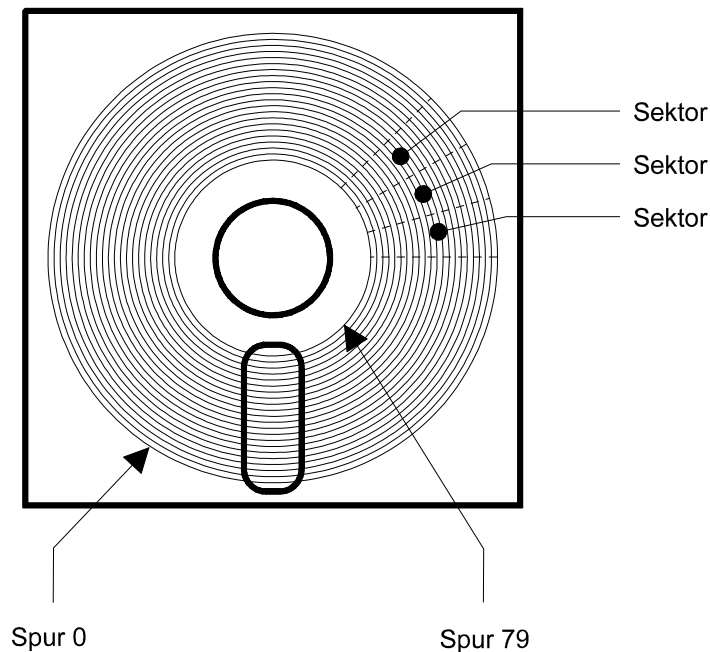
DOS = Disk Operating System = Disketten basiertes Betriebssystem.



Schreib-Lesekopf eines 5"-Disk-Laufwerkes

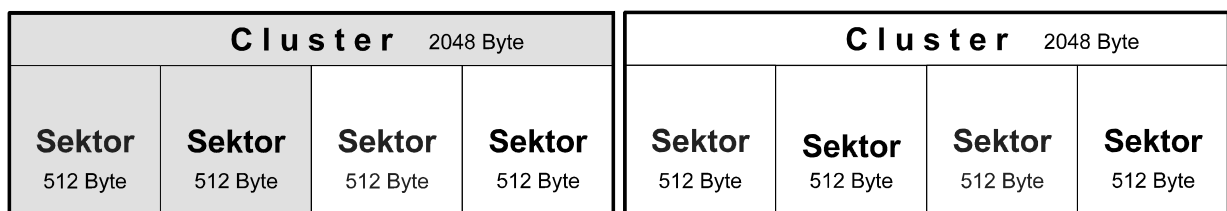
Dabei wird ein Effekt genutzt, den man als "Ferromagnetismus" bezeichnet. Es ist möglich, winzige Partikel von einigen Stoffen (z.B. Eisen) mit einem Magnetfeld auszurichten (→ **Weißsche Bezirke**) und auch nach dem Abschalten des Magnetfeldes bleibt diese Ausrichtung bestehen (→ **Remanenz**). Weiterhin ist es möglich, durch ein elektrisches Signal Magnetfelder zu erzeugen (Induktion. Elektromagnetismus).

Erzeugt man ein kleines Magnetfeld oberhalb einer dünnen, ferromagnetischen Scheibe, so werden auf der Scheibe die Partikel entsprechend ausgerichtet. Im Falle der Diskette und Festplatte nutzt man den Effekt, indem man die Scheibe unter dem Elektromagneten (Schreib-/Lesekopf) dreht und dabei Stromstöße auf den Schreib-/ Lesekopf gibt. Jeder Stromstoß magnetisiert die Scheibe an der Stelle unter dem Schreib-/ Lesekopf. Damit die Stellen wieder auffindbar sind, ist die Diskette in Spuren und Sektoren unterteilt.



Eine moderne 3,5"-Diskette hat auf jeder Seite der Scheibe 80 Spuren mit je 18 Sektoren. In jedem Sektor sind 512 Byte (1 Block) Nutzdaten untergebracht. Ältere Disketten haben weniger Spuren oder Sektoren. Damit reduziert sich die Speicherkapazität der Diskette. Auf den ersten Disketten (Format 8") waren z.B. nur 180 KByte unterzubringen. Gleiches galt für die ersten 5,25" Disketten. Nach und nach wurde die Technik verfeinert und es gelang immer mehr Spuren (auch Zylinder genannt) und Sektoren auf der Diskette unterzubringen.

Unterhalb eines Sektors ist die kleinstmögliche Einheit das geschriebene Bit. Viele Betriebssysteme (so auch MS-DOS) fassen die Sektoren nochmals zu "**Clustern**" zusammen. Ein Cluster kann also aus mehreren Blöcken à 512 Byte bestehen. Werden Daten auf die Platten geschrieben, so wird mindestens ein Cluster belegt, egal ob er mit den Daten vollständig gefüllt wird.



1.4.1.1 Der Floppy-Controller

Der Anschluß eines Diskettenlaufwerkes erfolgt am **Floppy-Controller**. Der Floppy-Controller befindet sich inzwischen oft direkt auf dem Motherboard oder aber – vor allem bei älteren Rechnern – in Form einer Einsteckkarte in einem der Slots. Vorgesehen sind beim PC grundsätzlich zwei Floppylaufwerke. Das BIOS ab



AT-PC ("186er" aufwärts) läßt maximal vier Diskettenlaufwerke (0 bis 3) zu. Einige Controller unterstützen daher auch vier Laufwerke. Controller die mehr als vier Laufwerke unterstützen, sind zwar auch denkbar und erhältlich, bleiben aber Spezialanwendern vorbehalten.

Die Verbindung erfolgt über ein Flachbandkabel mit 34 Adern. Hier gibt es eine kleine Besonderheit zu beachten: theoretisch unterstützt ein Diskettenlaufwerk



gedrehtes Anschlußkabel für Diskettenlaufwerke

noch weitere 7 Partner. Welches der insgesamt 8 Laufwerke sich als A: oder B: angesprochen fühlen soll, wird mit einer kleinen Steckbrücke (Jumper) am Laufwerk eingestellt. Da die meisten PCs jedoch nur über maximal zwei Laufwerke verfügen, hat man einen kleinen Trick gefunden, um das Leben einfacher und vor allem billiger zu machen. Die Laufwerkshersteller liefern das Laufwerk vorkonfiguriert als Lauf-

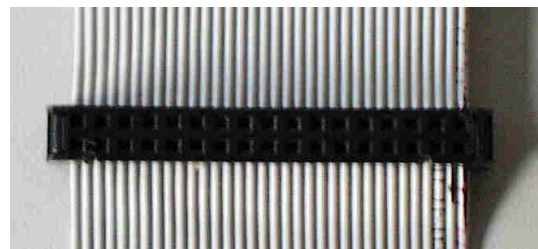
werk "A:" aus. Am Anschlußkabel sind einige Adern bei einem der beiden Stecker so verdreht, daß sich ein Laufwerk als "A:" angesprochen fühlt und ein weiteres (hinter der Drehung) als "B:". Die Konfiguration erübrigt sich also in diesem Falle.

Ob es sich dabei um ein 3,5" Laufwerk, ein 5,25"-Laufwerk oder ein 8"-Laufwerk handelt ist gleichgültig. Der Floppybus ist ein wirklicher "Dinosaurier" im PC-Bereich. Er ist seit über 20 Jahren vollständig unverändert.

Die beiden verwendeten Stecker sind auf dem ersten Blick zwar völlig unterschiedlich, bei genauerem Hinsehen aber identisch belegt.



Anschlußstecker 5"-Laufwerk



Anschlußstecker 3 1/2"-Laufwerk

1.4.2 Festplattenlaufwerke

Festplatten sind nichts anderes als Disketten; mit dem Unterschied, daß die Magnetscheibe selbst nicht entnehmbar ist. Sie ist weiterhin mechanisch, aber nicht so flexibel, wie eine Diskette (daher der Name "Hard Disk"). Dadurch wird es möglich, die Platten sehr viel genauer zu führen und ganz immense Datenmengen zu speichern. Außerdem kann man mehrere Platten "stapeln".

Will man die Platte zur besseren Organisation in mehrere Bereiche aufteilen, so spricht man vom sogenannten "Partitionieren". Im Falle von DOS/Windows geschieht das mittels des Programmes **FDISK.EXE**.



Aktuator und Kopf einer geöffneten Festplatte

Da DOS für die Verwaltung der einzelnen Blöcke und Cluster nur zwei Byte und damit ein "Zähler" von maximal 65536 zur Verfügung steht, einige "Hausnummern" auch noch für Verwaltungszwecke benötigt werden, sind also maximal 65520 Cluster pro Partition möglich.

Die Aufteilung der Festplatte hat daher nicht nur organisatorischen Nutzen. Die kleinste einer Datei zugeordneten Einheit ist ein Cluster. Ist die Datei kleiner, als der zugeordnete Platz, können die verbleibenden Teilcluster nicht mit anderen Daten beschrieben werden. Bei kleinen Dateien führt das zu einem erheblichen Kapazitätsverlust gerade auf großen Festplatten. Hat man eine Clustergröße von 8 kByte auf der Festplatte, so belegt jede Datei mindestens 8 kByte, auch wenn sie selbst nur wenige Byte groß ist. Außerdem müssen mit jedem Zugriff auf die Platte der Clustergröße entsprechend viele Bytes gelesen oder geschrieben werden. Das belegt den "Kanal" bei großen Clustern oft unangemessen lange.

Für unsere Betrachtungen ist es völlig ausreichend, eine Festplatte einfach als große Diskette, die fest im Rechner eingebaut ist, zu betrachten.

Lediglich der Anschluß unterscheidet sich erheblich von Disketten, da Festplatten nicht nur mehr speichern können, sondern auch hinsichtlich der Geschwindigkeit sehr viel schneller sind. Die Anforderungen sind kontinuierlich im Laufe der PC-Entwicklung gestiegen. Waren die ersten Festplatten gerade mal 5 MByte groß und sehr träge (50ms Zugriffszeit waren schon gut), so sind heute Festplatten mit 10 GByte (und Zugriffszeiten besser 8ms) keine Seltenheit, und ein Ende des Speicherangebotes (und Bedarfs) ist nicht absehbar.

Die ersten Festplatten wurden noch mit der sogenannte **MFM-Schnittstelle** ausgeliefert. Eine spätere leichte Abwandlung führte zur **RLI-Schnittstelle**. Das Aufzeichnungsformat entsprach im wesentlichen dem der Disketten, erforderte jedoch einen gesonderten Controller im PC.

Wiederum war es die IBM, die einen eigenen, schnelleren Controller entwarf. Mit den PS/2-Rechnern kam das ESDI-Interface auf, daß aber ebenso wie die zahlreichen weiteren Entwicklungen keine Marktchancen mehr hatte. Heute dominieren die beiden Formate **IDE** (AT-Bus) und **SCSI** bzw. deren Abkömmlinge.

Für den Büro-PC sind beide Laufwerksstandards als gleichwertig anzusehen. SCSI hat aber klare Vorteile im Serverbereich, IDE ist dafür um einiges preiswerter. Die unten stehenden Tabellen geben Auskunft über die Unterarten und möglichen Vor- und Nachteile für die beiden Systeme.

In beiden Fällen befindet sich der eigentliche Plattencontroller direkt auf der Festplatte. In den Erweiterungsslot steckt man im einfachsten Fall einen einfachen Leitungstreiber (Host-Adapter) und im etwas komfortableren Fall einen um Zusatzfunktionen erweiterten **Hostadapter**, der dann neben den Platten auch andere Geräte verwalten kann oder Sonderfunktionen zur Verfügung stellt. Besonders im SCSI-Bereich sind diese komfortableren Geräte sehr verbreitet. Ein SCSI-Controller tauscht den Interrupt 13h des BIOS einfach aus. Diese Meldung erscheint auch beim Booten auf dem Bildschirm.

Der Einbau von IDE-Platten gestaltet sich sehr einfach. Es sind **immer zwei Laufwerke an einem IDE-Strang** möglich. Bei Controllern, die zwei IDE-Stränge unterstützen sind also maximal 4 Laufwerke möglich, bei denen mit nur einem Strang sind es zwei Laufwerke. **Maximal** können vom modernen AT-BIOS **drei Stränge** verwaltet werden, da im BIOS drei interne Portadressen dafür vorgesehen sind.

Das Verbindungskabel ist ein ungedrehtes 40poliges Flachbandkabel. Es ist also nötig, den Platten mitzuteilen, ob sie Laufwerk eins oder zwei an diesem Strang sind. Im IDE-Fall werden diese Laufwerke als "Master" und "Slave" bezeichnet. Entsprechende Jumper findet man auf jedem Laufwerk. Einige Laufwerke besitzen noch eine spezielle Einstellung, wenn sie als einziges Laufwerk an diesem Strang betrieben werden sollen. Ist diese Einstellung nicht vorgesehen, so ist die Einstellung "Master" auch für ein Einzellaufwerk zu wählen. Nähere Auskunft gibt an dieser Stelle die Dokumentation des Laufwerkes.

Ein kleiner Tip: immer das langsamste Laufwerk an einem Strang gibt die Geschwindigkeit vor, mit dem der gesamte Strang arbeitet. Es ist also wenig sinnvoll, die superschnelle Systemplatte, auf die Windows ständig zugreift, zusammen mit einem alten CD-ROM an einem Strang zu betreiben.



1.4.2.1 Übersicht über die IDE-Protokolle:

Bezeichnung	Übertragungsart	Maximale Übertragungsrate
Standard ATA (IDE)	Single-Word-DMA 0	2,1 MByte/s
	PIO-Mode 0	3,3 MByte/s
	Multi-Word-DMA 0	4,2 MByte/s
	Single-Word-DMA 1	4,2 MByte/s
	PIO-Mode 1	5,2 MByte/s
	PIO-Mode 2	8,3 MByte/s
Fast ATA (E-IDE)	Single-Word-DMA 2	8,3 MByte/s
	PIO-Mode 3	11,1 MByte/s
	Multi-Word-DMA 1	13,3 MByte/s
Fast ATA-2 (E-IDE)	PIO-Mode 4	16,6 MByte/s
	Multi-Word-DMA 2	16,6 MByte/s
Ultra ATA/33 (E-IDE)	Ultra-DMA 0	16,6 MByte/s
	Ultra-DMA 1	25,0 MByte/s
Ultra ATA/33 (E-IDE)	Ultra-DMA 2	33,3 MByte/s
Ultra ATA/66 (E-IDE)	Ultra-DMA 2 mit reduzierten Setup- und Holdzeiten	66,6 MByte/s

Bei SCSI ist die Problematik schlauer gelöst. Hier können je nach Unterart acht oder 16 Geräte an einem Strang arbeiten. Das betrifft im Gegensatz zu IDE nicht nur Festplatten und CD-Roms, sondern auch Wechsellplatten, Scanner und viel Spezialhardware. Im Gegensatz zum IDE-Bus gibt es für SCSI auch externe Geräte, die neben den Rechner gestellt und angeschlossen werden können.

Der 50 oder 68polige SCSI-Bus wird ebenfalls über ein Flachbandkabel verdrahtet. Er ist elektrotechnisch aber "abgeschlossen", was bedeutet, daß sich ähnlich dem Netzwerk an jedem Ende des Stranges Widerstände befinden. Das erhöht die Signalqualität ganz erheblich. Diese sogenannten "Terminatoren" müssen bei der Installation vom Nutzer ein- oder ausgebaut werden, je nachdem wie das Gerät vorgefunden wird, und wo im Strang es platziert wird.

Entweder können die Terminatoren in Form von kleinen Widerstandsnetzwerken in Sockeln stecken, per DIP-Schalter gesetzt werden oder auch softwareseitig im BIOS des Controllers abgeschaltet werden. Außerdem muß natürlich die **SCSI-ID** des Gerätes am Laufwerk eingestellt werden. Die SCSI-ID und der Abschluß haben überhaupt nichts mit einander zu tun. Das physikalisch letzte Gerät (am Kabel ganz am Ende oder am Anfang angeschlossen) muß also nicht die logisch höchste oder niedrigste SCSI-ID haben, aber einen **Abschlußwiderstand!**



Der Controller ist dabei jedoch auf die ID 7 festgelegt, weswegen noch maximal 7 (bzw. 15) Geräte zusätzlich angeschlossen werden können.

Der Controller eines SCSI-Busses hat die **ID 7** und darf auch in der Mitte des Busses sitzen.

1.4.2.2 Übersicht über die SCSI-Unterarten:

1.4.2.2.1	<u>SCSI 1</u>
Bustakt bei Datentransfer: 5 MHz Transferrate (MByte/s): 5 Datentransfermodus: asynchron Datenleitungen bzw. Bit: 8 Max. Anzahl Geräte: 8 Maximale Buslänge: 6 m Kabeltyp: 50 m Bemerkung: -	
1.4.2.2.2	<u>SCSI 2</u>
Bustakt bei Datentransfer: 5 MHz Transferrate (MByte/s): 5 Datentransfermodus: asynchron Datenleitungen bzw. Bit: 8 Max. Anzahl Geräte: 8 Maximale Buslänge: 6 m Kabeltyp: 50polig Bemerkung: erweiterter Befehlssatz	
1.4.2.2.3	<u>Fast-SCSI</u>
Bustakt bei Datentransfer: 10 MHz Transferrate (MByte/s): 10 Datentransfermodus: synchron Datenleitungen bzw. Bit: 8 Max. Anzahl Geräte: 8 Maximale Buslänge: 3 m Kabeltyp: 50polig Bemerkung: -	



1.4.2.2.4	<u>Wide-SCSI 2</u>
Bustakt bei Datentransfer: 5 MHz Transferrate (MByte/s): 10 Datentransfermodus: synchron Datenleitungen bzw. Bit: 16 Max. Anzahl Geräte: 16 Maximale Buslänge: 3 m Kabeltyp: 68polig Bemerkung: 32-Bit-Wide-SCSI ist auch definiert	
1.4.2.2.5	<u>Fast Wide SCSI</u>
Bustakt bei Datentransfer: 10 MHz Transferrate (MByte/s): 20 Datentransfermodus: synchron Datenleitungen bzw. Bit: 16 Max. Anzahl Geräte: 16 Maximale Buslänge: 3 m Kabeltyp: 68polig Bemerkung: -	
1.4.2.2.6	<u>Ultra-SCSI</u>
Bustakt bei Datentransfer: 20 MHz Transferrate (MByte/s): 20 Datentransfermodus: synchron Datenleitungen bzw. Bit: 8 Max. Anzahl Geräte: 8 Maximale Buslänge: 3 m/4 Geräte; 1,5 m/8 Geräte Kabeltyp: 50polig Bemerkung: -	
1.4.2.2.7	<u>Ultra-Wide-SCSI</u>
Bustakt bei Datentransfer: 20 MHz Transferrate (MByte/s): 40 Datentransfermodus: synchron Datenleitungen bzw. Bit: 16 Max. Anzahl Geräte: 16 Maximale Buslänge: 3 m/4 Geräte; 1,5 m/8 Geräte Kabeltyp: 68polig Bemerkung –	

**1.4.2.2.8 Ultra-2-SCSI**

Bustakt bei Datentransfer: 40 MHz
Transferrate (MByte/s): 40
Datentransfermodus: synchron
Datenleitungen bzw. Bit: 8
Max. Anzahl Geräte: 8
Maximale Buslänge: 3 m/4 Geräte; 1,5 m/8
Geräte
Kabeltyp: 50polig
Bemerkung: -

1.4.2.2.9 Wide Ultra 2 SCSI

Bustakt bei Datentransfer: 40 MHz
Transferrate (MByte/s): 80
Datentransfermodus: synchron
Datenleitungen bzw. Bit: 16
Max. Anzahl Geräte: 16
Maximale Buslänge: k.A.
Kabeltyp: 68polig
Bemerkung: -

1.4.2.2.10 SCSI 3

Bustakt bei Datentransfer: k.A.
Transferrate (MByte/s): k.A.
Datentransfermodus: k.A.
Datenleitungen bzw. Bit: k.A.
Max. Anzahl Geräte: k.A.
Maximale Buslänge: k.A.
Kabeltyp: k.A.
Bemerkung: neuer Befehlssatz



Neben einigen herstellerspezifischen Lösungen dominieren die folgenden Steckertypen.

intern

- 50polige Stiftleiste
- 68polige Stiftleiste
- 50polige High-Density-Stecker
- 68polige High-Density-Stecker

extern

- 25polige Sub-D-Buchse (bei Apple üblich)
- 50polige Ribbonbuchse auch "Centronics" (meist bei externen Geräten)
- 50polige High-Density-Stecker
- 68polige High-Density-Stecker
- (80polige High-Density-Stecker)

Bei beiden Bussen gibt es eine Vielzahl von Übertragungsmöglichkeiten der Daten zur Platte. Diese werden rein softwaremäßig realisiert und greifen weit in die Systemarchitektur des Rechners ein. Da es aber immer wieder Fragen hierzu gibt, sind sie hier kurz erläutert. Tieferes Verständnis erfordert einen intimeren Umgang mit der Rechnerhardware und der Systemprogrammierung.

1.4.2.3 Übertragungsarten

1.4.2.3.1 PIO (Programmed Input/Output)

Es gibt momentan 4 (0 bis 3) PIO-Modi, zwei weitere befinden sich in der Vorbereitung. PIO bedeutet einen festgetakteten Zugriff auf das Gerät. Momentaner Spitzenreiter ist Mode 4 mit 16 MByte/s und einem Zyklus von 120ns. Die anderen Modi sind je langsamer, desto niedriger die bezeichnende Zahl ist.

1.4.2.3.2 DMA (Direct Memory Access)

DMA-Modi - hier sind nur Multiword-DMA-Transfers - interessant. Mode 1 gewährleistet 13,3 Mbyte/s, Mode 2 16 Mbyte/s. Multi-Word-DMA bedeutet, daß ganze Pakete von Bytes übertragen werden, wodurch sich der Overhead im Gegensatz zu normalem DMA verringert. Wermutstropfen: embedded DMA-Controller werden nur mit 4 MHz getaktet und außerdem noch mit einem Waitstate belegt, was einer Transferrate von 2 Mbyte/s gleichkommt. Daher nutzen sowohl SCSI-Hostadapter wie auch noch wenige EIDE-Adapter eigene, schneller getaktete DMA-Controller (Busmaster-DMA). Diese Technik ist aus der IBM Microchannel Architektur übernommen. Dabei können sowohl Controller, als auch Prozessor in einen gemeinsamen Datenbereich im Hauptspeicher schreiben. Es entfällt somit ein Transferzwischenschritt.



1.4.2.3.3 CHS (Cylinder Head Sector)

Die übliche Weise, eine Platte anzusprechen. Da jede Festplatte einen Plattenstapel beherbergt, benötigt man diese drei Parameter, um eine bestimmte Stelle auf der Platte anzusprechen. Im Festplattenfall ist ein Sektor ein i.d.R. 512 Byte großes Teilstück auf der Festplatte. Bei jedem Zugriff auf die Festplatte wird mindestens ein Sektor geschrieben oder gelesen. Da jede Seite einer Scheibe des Plattenstapels von einem eigenen Schreib-Lese-Kopf versorgt wird, muß auch hier eine Auswahl getroffen werden, wenn es darum geht, Daten zu bewegen. Der Zylinder schließlich ist einer der vielen konzentrischen Kreise (Spuren), in die jede Oberfläche unterteilt ist. Somit kann man mit CHS jeden Punkt der Platte ansprechen. Da niemals so große Platten erwartet wurden, wie es sie heute gibt, ist diese Struktur auf 16 Köpfe reduziert.

1.4.2.3.4 XCHS (extended CHS)

Das BIOS des Rechners kann in diesem Modus auch mehr als 16 Köpfe ansprechen. Verfügt eine Platte über weniger Köpfe, dafür aber mehr Zylinder und Sektoren, kann das Rechner-BIOS dies entsprechend umrechnen. Z.B. kann eine Festplatte aus 2 Scheiben respektive 4 Köpfen mit je 500 Spuren und 25 Sektoren je Zylinder bestehen. Die gleiche Kapazität kann man aber auch mit (logischen!) 40 Köpfen, 250 Zylindern und 5 Sektoren je Spur erreichen. Dieses Verfahren wurde benötigt, nachdem die Festplattenhersteller die starre Unterteilung der Plattenoberfläche in Sektoren aufgaben und die Anzahl der Sektoren mit steigendem Durchmesser bis zum äußeren Rand der Scheibe schrittweise erhöhten. Dadurch wurde die physikalische Kapazität der Platte erhöht.

1.4.2.3.5 LBA (Logical Block Addressing)

In diesem Modus wird die Platte nicht mehr über CHS angesprochen, sondern über Blocknummern, die die Platte intern verwaltet. Nötig wurde diese Maßnahme, da moderne Platten über mehr Blöcke (also der Gesamtzahl Zylinder x Köpfe x Sektoren) verfügten, als die BIOS-Hersteller damals an Speicherplatz für diese Adressen vorgesehen haben.



1.5 Weitere externe Massenspeicher

Neben den oben genannten Massenspeichern gibt es besonders in letzter Zeit noch einige andere, von denen aber nur das CD-ROM zur Standardausstattung eines PC's gehört.

1.5.1 CD-ROM (Compact Disc - Read Only Memory)

Die CD-ROM ist ein Speichermedium, das aus der Unterhaltungsbranche den Weg in den PC fand. Das Aussehen der Audio-CDs und Daten-CDs ist identisch. Es gibt verschiedene Datenformate, die aber heutzutage von jeder entsprechenden Software beherrscht werden. Diese Formate sind in "den bunten Büchern" genormt und sollen zunächst nicht näher betrachtet werden. Inzwischen gibt es Laufwerke mit bis zu 40facher Umdrehungsgeschwindigkeit gegenüber Audio-CDs, was die Datentransferrate entsprechend erhöht. Wie der Name ROM schon sagt, können CD-Roms nur gelesen und nicht beschrieben werden.

CD-ROM-Unterarten gibt es inzwischen etwa 10 Stück, die hier aber nicht näher betrachtet werden sollen, weil moderne Laufwerke sie ohnehin alle unterstützen. Die Speicherkapazität einer CD schwankt zwischen 600 und 800 MByte.

1.5.2 WORM (Write Once Read Many)

Eine Form wiederbeschreibbarer CDs: Write Once = einmal schreiben, Read Many = oft lesen werden u.a. als Sicherungsmedien für große Datenmengen benutzt, sind jedoch teilweise von Hersteller zu Hersteller unterschiedlich formatiert, sprich inkompatibel. WORM's sind inzwischen vom Markt fast verschwunden.

1.5.3 MO (Magneto-Optical)

Eine weitere Form wiederbeschreibbarer CDs; diese kann jedoch beliebig oft beschrieben werden. Im Computerbereich hat sich dieses Medium nie richtig durchsetzen können. Es gibt in der Audiostudiotechnik einige Hersteller, die es noch einsetzen.

1.5.4 DVD - Digital Versatile Disk

Die DVD steht in den Startlöchern, um auf einem optischen Medium bis zu 17 GB Daten unterzubringen, die wie bei einer Diskette beliebig oft beschrieben und gelöscht werden können. Die Funktionsweise ähnelt der CD. Es gibt inzwischen genormte Standards für Video, Audio und Daten.



1.5.5 CD-R - CD-Rewritable

CD-R ist eine einmal beschreibbare und dann immer wieder lesbare Art der CD-ROM, die besonders in den letzten zwei Jahren immens verbreitet wurde. Der Vorteil: man braucht zum Schreiben zwar einen sogenannten CD-Writer, zum Lesen reicht aber jeder herkömmliche CD-Player oder ein herkömmliches CD-ROM-Laufwerk.

1.5.6 CD-RW - CD-Read/Write

Die CD-RW ist zwar schon länger im Gespräch, aber erst seit kurzem sind entsprechende Laufwerke verfügbar.

1.5.7 Streamer

Streamer sind sehr alte Vertreter der Massenspeicher. Es handelt sich dabei um Bandlaufwerke. Streamer dienen ausschließlich als Datensicherungsgeräte, auf denen Daten mittels spezieller Programme in sequentieller Form abgelegt werden, d.h. das Laufwerk muß ggf. spulen, um an den gewünschten Datensatz zu gelangen. Ein direkter Zugriff ist nicht möglich. Es gibt verschiedene Streamer-Unterarten mit unterschiedlicher Handhabung und unterschiedlichen Speicherkapazitäten (Tape, DAT (Digital Audio Tape), Travan, QIC usw.)

1.5.8 ZIP

Ein spezielles Format der Firma Iomega. Aus unbekannten Gründen hat sich ZIP gegen gleichwertige oder bessere Konkurrenten durchsetzen können. Es handelt sich um eine "Super-Diskette" mit 100 MB Speicherkapazität.

1.5.9 Syquest

Syquest ist ein früher Hersteller von Wechsellplatten gewesen. Im Prinzip handelt es sich um eine Festplatte, deren Plattenstapel jedoch entnehmbar ist. Vor der CD-R, die einzige Möglichkeit, um Daten zu transportieren, wenn man sie nicht auf Disketten ausspielen wollte. Gängige Größen liegen zwischen 40 und 270 MByte.

Viele weitere Medien haben so geringe Bedeutung, daß sie hier nicht näher genannt werden sollen, um den Rahmen nicht zu sprengen.

1.6 Grafikkarten

Die einzige weitere Komponente, die unbedingt nötig ist, um einen PC zum Laufen zu bringen, ist die Grafikkarte. Auch hier hat der Zahn der Zeit die eine oder andere Entwicklung verbleichen lassen, bevor jeder Anwender zu den bunten Bildern gelangt ist, wie sie ein Multi-Media-PC heute präsentiert. Da auch die älteren Grafikkarten noch eingesetzt werden, soll sie ein kurzer Abriss an dieser Stelle etwas vertrauter machen.

Der Ur-PC war mit einer Grafikkarte namens "**M**onochrom **D**isplay **A**dapter" (MDA) ausgestattet. Diese Karte war weder in der Lage Grafik darzustellen (Text-only), noch konnte sie Farben reproduzieren. Erst mit dem Aufkommen der ersten IBM-kompatiblen Rechner wurde die Welt an dieser Stelle farbig.

Die CGA-Karte (**C**olor **G**raphics **A**dapter) wurde entwickelt. Dieser Standard konnte 640 x 200 Bildpunkte darstellen und je nach Auflösung verschieden viele Farben (bis zu 4).

Die hohe Auflösung stellte zwei Farben zur Verfügung. Die Textdarstellung der Karte war allerdings so schlecht, daß die Firma Hercules Handlungsbedarf gesehen hat, und ihrerseits eine Grafikkarte (**M**onochrom **G**raphics **A**dapter, MDA) oder einfach auch Hercules-Karte auf den Markt brachte. Diese Karte war zwar wieder schwarz/weiß, bot jedoch eine gigantische Auflösung von 720 x 348 Punkten und dazu einen Textmodus mit echten Unterlängen. Das "g" ließ sich jetzt auch optisch von einer "9" unterscheiden. Der hohe Erfolg war dieser Firma besonders in allen Büroanwendungen gewiß.

Ein wesentlicher Schritt in die Richtung, die wir heute als hochauflösende Farbgrafik kennen, gelang einem Konsortium aus den Firmen IBM, Genoa und C&T. Mit dem **E**xtended **G**raphics **A**dapter (EGA) gelang es bei 640 x 350 Punkten Auflösung Farben in hoher Qualität zur Verfügung zu stellen.

Dieser Standard wurde erst durch die Modellserie PS/2 von IBM mit dem MCGA und VGA (**V**ideo **G**raphics **A**rray) abgelöst. Diese Karten nutzen statt eines digitalen Monitorsignals ein analoges Signal. Das Resultat ist eine bisher ungekannte Farbtiefe von mehr als 16 Farben. Im MCGA-Modus kann eine VGA-Karte z.B. 256 Farben bei 320 x 200 Punkten darstellen, bis in die Mitte der 90er Jahre der Standardmodus für alle grafisch aufwendigen Computerspiele. Weiterer enormer Vorteil: weitere Entwicklungen auf Basis der VGA-Karten brauchen nicht, wie bisher üblich, einen speziellen Monitor, nur weil sich einer der Parameter Auflösung, Farben, Zeilenfrequenz oder Bildwiederholrate geringfügig ändert.

Außerdem kann die VGA-Karte alle bisher erhältlichen Grafikkarten emulieren, also softwaremäßig z.B. eine EGA-Auflösung auf einem VGA-Monitor darstellen.

Zusätzlich zu den genannten Karten gab es noch eine große Vielfalt von abgewandelten Karten spezieller Hersteller, die um die ein oder andere Funktion bereichert wurden (EGA-Wonder etc.) oder auch spezielle Karten, z.B. für den



CAD-Bereich (z.B. PGA, miro-CAD etc.). Diese Karten konnten sich aber alle nicht durchsetzen. Der Name VGA wurde zum Synonym für grafischen Erfolg bis weit in die Windows-Zeit.

Im Laufe der Zeit wurde durch Super-VGA (800 x 600), XGA usw. die Auflösung noch weiter erhöht. Die Farbtiefe zu erhöhen erforderte dabei nicht einmal einen neuen Monitor, da dank der analogen Darstellung hier das einzige Limit im Speicher der VGA-Karte zu suchen war.

Mit der Entwicklung von grafischen Benutzeroberflächen, wie z.B. Windows wurden sogenannte Beschleunigergrafikkarten entwickelt. Der bekannteste Vertreter hiervon ist der S3-Chip, der als Synonym für schnelle Windows und sehr langsame DOS-Grafik galt. Gegenüber den 4 kByte Speicher, den eine MDA-Karte nutzte, waren die 256 kByte der ersten VGA und EGA-Karten riesig. Heutige Grafikkarten haben 4 oder 8 MByte Speicher. Dieser wird benötigt, um auch bei hohen Auflösungen noch "True Color" oder "High Color"-Darstellungen zu ermöglichen.

1.7 Soundkarte

Zur Soundkarte gibt es nicht viel zu sagen, wenn man sie lediglich als Multimediateilwerk nutzt. Im allgemeinen reicht die billigste verfügbare Karte aus. Lediglich Musiker mit besonderen Anforderungen sollten sich bei der Auswahl näher beraten lassen.

1.8 Schnittstellenkarte

Die Schnittstellen sind inzwischen meist auf dem Motherboard integriert. Sind sie das nicht, benötigt man eine Schnittstellen- oder Multi I/O-Karte. Diese setzt die Signale des ISA-Busses auf die bereits eingehend beschriebenen Schnittstellen um.



2 Inhalt

1 DAS INNENLEBEN DES PC	1
1.1 DIE GRUNDAUSSTATTUNG	1
1.2 DIE SPANNUNGSVERSORGUNG	2
1.2.1 DAS NETZTEIL	2
1.2.2 VORTEILE VON SCHALTNETZTEILEN	3
1.2.3 SPANNUNGSVERSORGUNG DER GERÄTE	3
1.2.4 SPANNUNGSVERSORGUNG DES MOTHERBOARDS	4
1.2.5 NETZTEIL UND GEHÄUSE	5
1.3 DIE HAUPTPLATINE	6
1.3.1 PROZESSOR	7
1.3.1.1 Prozessorkühler	9
1.3.2 SPEICHER	9
1.3.3 IO-BEREICH	11
1.3.3.1 ISA-Bus 8 Bit	11
1.3.3.2 ISA-Bus 16 Bit	11
1.3.3.3 MCA-Bus 32 Bit	11
1.3.3.4 EISA-Bus 32 Bit	12
1.3.3.5 VESA Local Bus 32 Bit	12
1.3.3.6 PCI-Bus 64 Bit	13
1.3.3.7 AGP-Bus für Grafikkarten	13
1.3.4 ANSCHLÜSSE DES MAINBOARD	14
1.3.5 JUMPER	14
1.4 EXTERNE MASSENSPEICHER	14
1.4.1 DISKETTENLAUFWERK	15
1.4.1.1 Der Floppy-Controller	16
1.4.2 FESTPLATTENLAUFWERKE	18
1.4.2.1 Übersicht über die IDE-Protokolle:	20
1.4.2.2 Übersicht über die SCSI-Unterarten:	21
1.4.2.3 Übertragungsarten	24
1.5 WEITERE EXTERNE MASSENSPEICHER	26
1.5.1 CD-ROM (COMPACT DISC - READ ONLY MEMORY)	26
1.5.2 WORM (WRITE ONCE READ MANY)	26
1.5.3 MO (MAGNETO-OPTICAL)	26
1.5.4 DVD - DIGITAL VERSATILE DISK	26
1.5.5 CD-R - CD-REWRITABLE	27
1.5.6 CD-RW - CD-READ/WRITE	27
1.5.7 STREAMER	27
1.5.8 ZIP	27
1.5.9 SYQUEST	27
1.6 GRAFIKKARTEN	28
1.7 SOUNDKARTE	29
1.8 SCHNITTSTELLENKARTE	29
2 INHALT	30

