

# ***Skript für das Fach DTS 1 für den Fachbereich Informationstechnik & Informatik***

## **Inhaltsverzeichnis**

7	Interne Schnittstellen.....	2
7.1	RAM Schnittstellen.....	2
7.1.1	Desktop RAM.....	2
7.1.2	Speicher-Organisation.....	8
7.2	Laufwerks Schnittstellen.....	10
7.2.1	IDE - Integrated Device Electronics (ATA).....	10
7.2.2	SATA.....	13
7.2.3	eSATA.....	17
7.2.4	SCSI.....	18
7.2.5	SAS.....	20
7.3	Erweiterungs- Steckplätze.....	21
7.4	Prozessorsockel.....	21
7.5	Backplane oder Slot Karten.....	21

# 7 Interne Schnittstellen

Als Interne Schnittstellen werden diese bezeichnet die innerhalb eines Rechners im Gehäuse für die Verbindungen zuständig sind.

Die Stecker und für die Spannungsversorgung gedacht sind werden hier nicht berücksichtigt, da es sich hier um keine Daten-Schnittstellen handelt. Deshalb wurde diese bereits im letzten Skript bearbeitet.

## 7.1 RAM Schnittstellen

Je nach Gerätetyp (Desktop oder Laptop) und je nach dem wie alt das Gerät ist werden unterschiedliche Schnittstellen (Sockel) verbaut.

### 7.1.1 Desktop RAM

Ursprünglich noch sehr teure Magnetkernspeicher verbaut, welche dann durch fix verbaute Speicher-ICs abgelöst wurden.

Da diese aber nicht einfach erweitert und getauscht werden konnten, wurden die Speicher ab Mitte der 80er Jahre auf Sockel und dann in Speicher-Platinen (Riegel) zusammengefasst.

#### SD-RAM

Synchronous Dynamic Random Access Memory, diese besitzen zwei Kerben und haben 168 Pins. Deren Belegung können sie unter diesem Link sehen. [→](#)



Abbildung 2: SD RAM

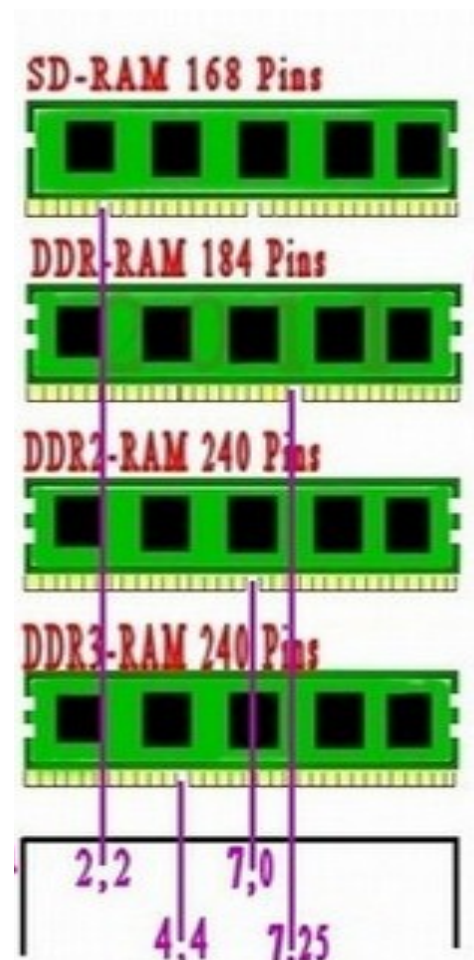


Abbildung 1: Aussparungen RAM

## DTS 1 – Datentechnik und Systemmanagement

### DDR RAM

Heutzutage werden ausschließlich DDR RAM Verbaut. Diese haben nur mehr eine Kerbe die ja nach Version an einer anderen Stelle ist.

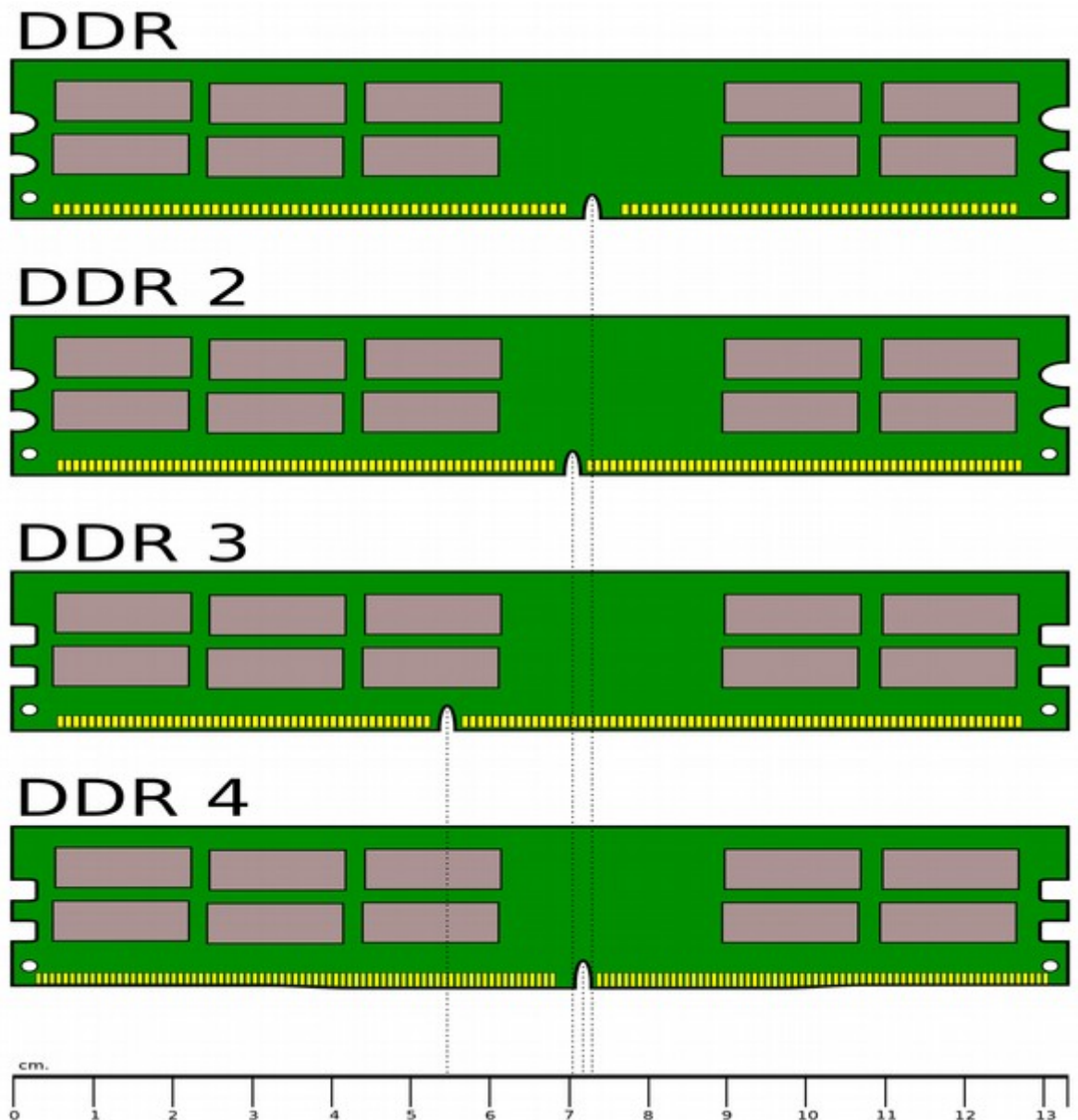


Abbildung 3: DDR RAM position der Kerbe

### Speicherbausteine:

Speichermodule wurden früher noch einzelne Speicherbausteine in Standardsockeln auf dem Mainboard untergebracht, so hat sich mittlerweile die Zusammenfassung von Speicherbausteinen (evtl. mit Zusatzschaltungen) auf einer eigenen Platine (Modul) durchgesetzt.

### **Modultypen**

#### **Standard-SIMM**

(Single Inline Memory Module) Das »kleine« SIMM-Modul hat 30 Anschlüsse und ist 8-bittig oder (wenn ein Paritätsbit vorgesehen ist) 9-bittig organisiert. Moderne Boards unterstützen diese Bauform nicht mehr. Für Standard-SIMMs werden auch Adapter angeboten, damit diese in PS/2-SIMM-Sockel passen. Dabei entstehen allerdings Signalverzögerungen, so dass in Situationen mit kritischem Timing von diesen Adaptern abgeraten werden muss. Ihren Namen bezogen die SIMMs übrigens durch die Tatsache, dass auf dem Modul gegenüberliegende Anschlusspins miteinander verbunden sind.

#### **PS/2-SIMM**

Die Module mit 72pins (Anschlüssen) werden erstmals in IBM PS/2-Systemen verwendet und sind heute die Standard-Bauform. Sie sind 32bittig (mit Parität 36bittig) organisiert.

#### **DIMM**

(Dual Inline Memory Module) 168 Anschlüsse kennzeichnen die neue Generation der Speichermodule, die nicht mit D-SIMMs zu verwechseln sind. DIMMs sind 64 bittig organisiert, so daß Prozessoren mit der gängigen Datenbusbreite von 64 bit (im Gegensatz zu SIMMs) mit nur einem DIMM-Modul betrieben werden können.

Da DIMMs in Systemen eingesetzt werden, die schon lange einen Systemtakt (>66 MHz) haben, ist die Einhaltung genauester Spezifikationen für diese Speichermodule sehr wichtig. Unterschiedliche Zugriffszeiten bei der Verwendung mehrerer Module verbieten sich von selbst; oft ist es nicht einmal möglich, Module verschiedener Hersteller gemeinsam zu verwenden (was an unterschiedlich langen Signalwegen der Module liegen kann).

Eine solche Spezifikation ist die PC100-Spezifikation von Intel, die festlegt, wie DIMMs für einen Systemtakt von 100 MHz aufgebaut sein müssen. Sie ist Bestandteil einer Reihe von Richtlinien, die DIMMs vom Typ PC-SDRAM erfüllen müssen. (Jetzt PC133 Spez.)

#### **SO-DIMM**

(Small Outline-DIMM) SO-DIMMs sind wie DIMMs aufgebaut, haben aber ähnliche Abmessungen wie DIMMs. Sie werden daher überwiegend in tragbaren Rechnern eingesetzt.

## DTS 1 – Datentechnik und Systemmanagement

### RIMM

(Rambus Inline Memory Module) Diese Module waren ursprünglich nur für RDRAM vorgesehen, sollen aber auch mit SDRAM bestückt werden.

### **Organisationsform**

Bei SIMM-Modulen herrscht bezüglich der Verwendung des Begriffs »Seite« größere Verwirrung: Für die Bauform ist es nicht entscheidend, ob die SIMM-Platine auf einer oder auf beiden Flächen bestückt ist; wichtig ist beim Seitenbegriff die Organisationsform und die Ansteuerung des Speichers. Obwohl die hier angeführten Werte bereits überholt sind bleiben die Mechanismen die selben.

#### **single-sided (S-SIMM)**

1,4,16, 32, 64 MB-Module. Diese »Normalform« der SIMM-Organisation wird von allen Boards unterstützt. Alle Bänke eines Moduls werden über eine gemeinsame RAS-Leitung (für die Speicherzeile) angesprochen.

#### **double-sided (D-SIMM)**

2, 8, 32, 64, 128, 256, 512MB-Module. Indem man doppelt soviel Speicher auf ein Modul packt, kann ein Modulsockel eingespart werden. Dabei befinden sich zwei Speicherbänke auf einem Modul, die über getrennte RAS-Leitungen abwechselnd angesprochen werden können. Dieser Speicherzugriff ist allerdings nicht ganz unproblematisch: er muss vom Board unterstützt werden. Ein weiteres Problem tritt in Pentium-Systemen auf, die mit nur einem double-sided-Modul ausgestattet sind (»single-bank -modus«): hier ist kein effizienter Speicherzugriff mehr möglich, die Systemleistung kann deutlich einbrechen! Ein weiteres Problem ist, dass von der Modulgröße nicht mehr unbedingt auf die Bauform geschlossen werden kann: So gibt es mittlerweile 8 und 32 MB-Module, die single-sided organisiert sind, andererseits 16 MB als double-sided: Ansteuerungsprobleme durch das Board sind hier vorprogrammiert.

Moderne Boards erkennen den Speichertyp automatisch. Bei SIMMs werden dazu einfach verschiedene Zugriffsverfahren durchprobiert; für DIMMs gibt es mit SPD (Serial Presence Detect) eine wesentlich "sauberere" Möglichkeit: In einem kleinen Lesespeicher wird der Modultyp vom Hersteller abgelegt und vom BIOS beim Systemstart ausgelesen.

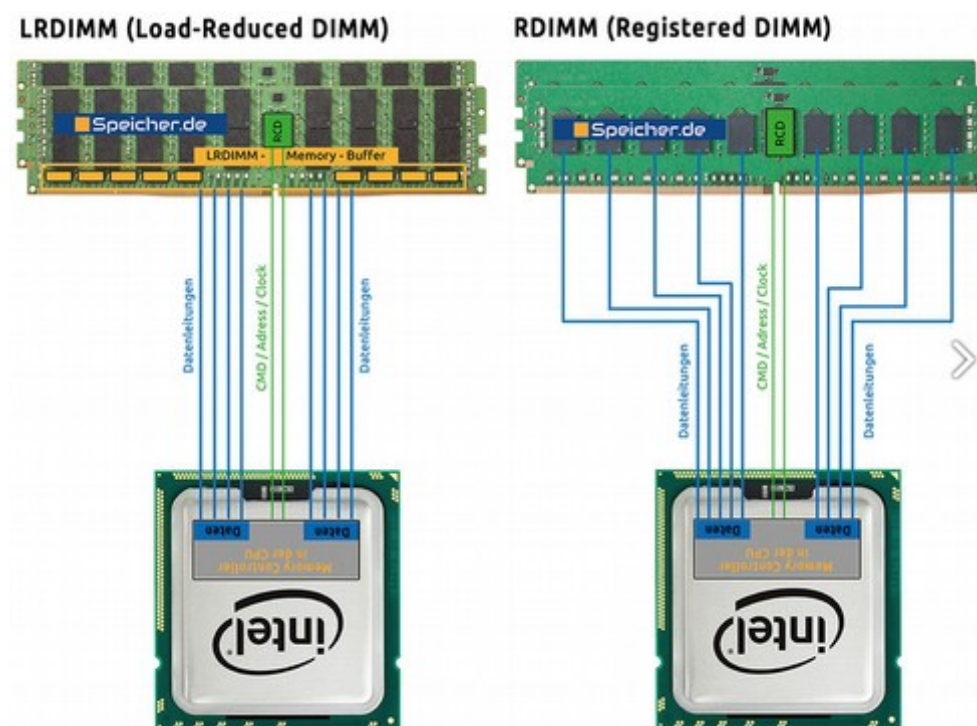
## DTS 1 – Datentechnik und Systemmanagement

### RDIMM

Der Begriff Registermodul oder englisch Registered Module (auch R-DIMM, **RDIMM**, Registered-Speicher oder Registered-RAM genannt) bezeichnet eine Sorte von Speichermodulen, die häufig bei Hauptspeichern von Servern und Workstations Verwendung findet.

### LRDIMM

LRDIMM (Load reduced Dual Inline Memory Module) Server-Speicher werden eingesetzt um stabile Server-Systeme mit großer Arbeitsspeicherkapazität zu ermöglichen.



DDR								
SDRAM	Speichertakt	I/O-Takt	Prefetch (min burst)	Spannung	DIMM pins	SO- DIMM pins	Micro- DIMM pins	
<b>Standard</b>								
DDR (00)	100–200 MHz	100–200 MHz	2n	2,5 V / 2,6 V	184	200	172	
DDR2 (04)	200–533 MHz	100–266 MHz	4n	1,8 V	240	200	214	
DDR3 (07)	400–1066 MHz	100–266 MHz	8n	1,5 V / 1,35 V	240	204	214	
DDR4 (12)	800–2133 MHz	100–266 MHz	8n	1,05 V / 1,2 V	288	260	–	

Chip	Modul	Speicher-	I/O-	Effektiver	Übertragungsrate	
		takt	Takt <sup>2</sup>	Takt <sup>3</sup>	pro Modul	Dual Channel
DDR-200	PC-1600	100 MHz	100 MHz	200 MHz	1,6 GB/s	3,2 GB/s
DDR-266	PC-2100	133 MHz	133 MHz	266 MHz	2,1 GB/s	4,2 GB/s
DDR-333	PC-2700	166 MHz	166 MHz	333 MHz	2,7 GB/s	5,4 GB/s
DDR-400	PC-3200	200 MHz	200 MHz	400 MHz	3,2 GB/s	6,4 GB/s

<sup>2</sup>: Geschwindigkeit der Anbindung an den Speichercontroller von CPU oder Mainboard

<sup>3</sup>: Effektiver Takt im Vergleich zu SDR-SDRAM (theoretisch)

In einem Rechner nimmt neben der CPU der Speicher eine zentrale Rolle ein. Da bei jedem von der CPU bearbeiteten Befehl im allgemeinen mehrere Speicherzugriffe stattfinden, kommt der Leistungsfähigkeit des Speichersystems bei der Betrachtung der gesamten Systemleistung eine entscheidende Bedeutung zu.

Wichtige Unterscheidungsmerkmale von Speichermedien sind:

### **Permanenz**

Man unterscheidet flüchtigen Speicher, der nur beim Anliegen der Versorgungsspannung seine Daten hält, von nichtflüchtigem (d.h. permanentem) Speicher.

### **Zugriffsrichtung**

RAM (Random Access Memory) kann gelesen und beschrieben, ROM (Read Only Memory) nur gelesen werden.

### **Zugriffszeit**

Zeit, die zwischen dem Senden einer Speicheranfrage und dem Eintreffen des Speicherwertes vergeht. Die Zugriffszeit des Speichers begrenzt den maximal möglichen Bustakt, mit dem der Speicher angesprochen werden kann. Beim Hauptspeicher besteht daher ein Zusammenhang, wie hoch der Systemtakt bei Verwendung von Speicherchips mit einer bestimmten Zugriffszeit sein kann:

### **Datenrate**

Anzahl von Werten, die in einer Zeiteinheit von einem Speicher geliefert oder dort abgelegt werden können. Wird bestimmt durch die Zykluszeit des Speichers, d.h. die Zeit, die minimal zwischen zwei



aufeinander folgenden Zugriffen verstreichen muss.

### 7.1.2 Speicher-Organisation

#### **Bank**

Logisch zusammengehörende Einheit des Hauptspeichers. Ganz oder gar nicht bestückt; bei SIMMs 1 Bank = 2 Module.

#### **Memory-Interleaving**

Abwechselnd werden zwei Speicherbänke angesprochen. Bei Grafikkarten üblich. Es ist darauf zu achten, dass je zwei identisch ausgestattete Speicherbänke vorliegen.

#### **Cache-Speicher**

Häufiger Hauptspeicherzugriffe erfordert eine sehr effiziente Organisation der Speicheranordnung. Man setzt daher zwischen CPU und Hauptspeicher häufig Cache-Speicher ein.

#### **Cache-Prinzip**

Unter dem Cache-Prinzip versteht man, dass ein großer, langsamerer Speicher von einem kleinerem, schnellen Speicher (Cache) gepuffert wird. Dabei werden Daten, die mit dem größeren Speicher ausgetauscht werden, im Cache zwischengespeichert. Soll auf diese Daten noch einmal zugegriffen werden, muss nicht auf den langsameren Speicher zurückgegriffen werden, sondern können dem Cache entnommen werden.

Woher die Daten nun kommen, kann dem Zugreifenden wegen der »transparenten« Organisation des Caches egal sein: er braucht vom Cache keine Notiz zu nehmen.

Dass der Einsatz eines Hauptspeichercaches für die Systemleistung zentral ist, sieht man auch daran, dass der Cache selbst nochmals gecached wird: Ein kleinerer, noch schnellerer »First Level«-Cache wird dem größeren »Second Level«-Cache vorgeschaltet und häufig in den Prozessor integriert.

#### **ECC RAM**

Error Correction Code RAM durch interne Mechanismen kann ein RAM Riegel daher Fehler (gekippte Bits keinen Hardwarefehler) erkennen und diese korrigieren.





**ECC**



**non ECC**

### **Cache-Zugriffsarten**

Man unterscheidet zwei Varianten von Cache-Zugriffen. Welche eingesetzt wird, hängt vom Prozessor und Chipsatz ab.

#### **Write Through**

Sollen Daten in den Hauptspeicher geschrieben werden, so werden sie in den Cache und direkt in den Hauptspeicher geschrieben. Write Through-Schreibzugriffe sind deshalb bei gecacheten Speichern nicht schneller als bei cachelosen Systemen.

#### **Write Back**

Daten werden nur in den Cache geschrieben und erst dann an den Hauptspeicher übergeben, wenn dies notwendig wird (wenn die Daten im Cache ersetzt werden). Der Schreibzugriff ist deshalb schneller als bei Write-Through-Cache.

### 7.2 Laufwerks Schnittstellen

Im Lauf der Zeit gab es unterschiedliche Schnittstellen für die diversen Medien. Sei es fixe (HDD) oder Wechselmedien (HDD, CD, DVD,...).

#### 7.2.1 IDE - Integrated Device Electronics (ATA)

1984 beauftragte Compaq den amerikanischen Festplattenhersteller Western Digital, eine Schnittstelle zu schaffen, bei der die Kommunikation über ein 40-poliges Flachkabel erfolgt und sich ein Großteil der Controller-Elektronik auf dem Peripheriegerät, hier der Festplatte, befindet. Zwei Jahre später entstand aus dieser Idee die „Integrated Device Electronics“ Schnittstelle, die sich in Zusammenarbeit mit anderen Festplattenherstellern 1989 zu einem internationalen Übertragungsstandard namens ATA-1 (ATA, Advanced Technology Attachment with Packet Interface) entwickelte. Dieses Software Protokoll ist für den Datentransfer zwischen Speichermedien, Laufwerken und Hauptplatine eines Computers, wie er bei der (E)IDE Verbindung eingesetzt wird, zuständig.

Grundsätzlich kann man die ATA Schnittstellen in zwei Standardversionen unterscheiden: Zum einen lässt sich ATA-1 bis ATA-3 in die eine Gruppe und die, unter anderem auch abwärtskompatiblen, ATA-4 bis ATA-8 Versionen in die zweite Gruppe einteilen. Auf diese Unterteilung werden wir nun im einzelnen genauer eingehen und auch einen zusammenfassenden Überblick schaffen.

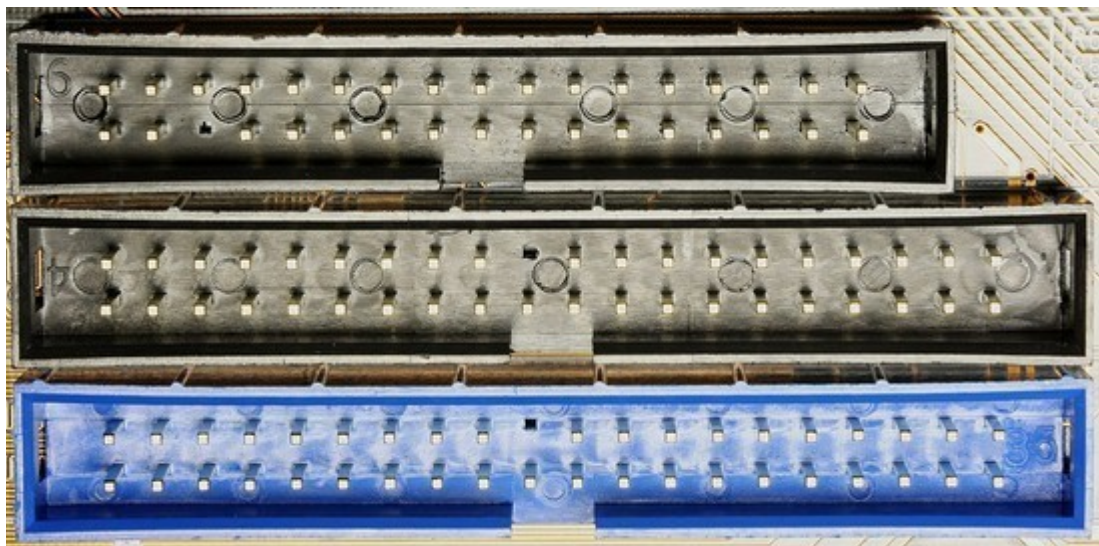


Abbildung 4: 34-Pin Floppy und 40-Pin ATA Stifteleiste am Mainboard bzw. Entgerät

## DTS 1 – Datentechnik und Systemmanagement

### **ATA - 1**

Bei der ersten Generation der ATAs, die von 1989 bis 1999 im Einsatz waren, konnte mit einer maximalen Geschwindigkeit von 8,3 MB/s gerechnet und maximal zwei Festplatten angesprochen werden. Zudem arbeitete ATA-1 asynchron.

### **ATA - 2**

Erst 1994 kam das Update auf die zweite Version ATA - 2. Bei dieser verdoppelte sich die maximale Geschwindigkeit auf bis zu 16,6 MB/s und die Daten konnten synchron übertragen werden. Das heißt, dass durch das kontinuierliche Senden und eine geeignete Codierung der Nutzdaten sich der Empfänger stets auf die Sendegeschwindigkeit synchronisieren kann und die Nutzdaten quasi in einen nicht abreißenden Informationsstrom bei dem Empfänger ankommen. Die Übertragung wird somit effizienter. Hinzu kamen außerdem zwei neue Übertragungsmodi.



Abbildung 5: IDE Kabel

### **ATA - 3**

Bei der dritten Version schließlich wurden zwei neue Funktionen implementiert.

Darunter die S.M.A.R.T Methode (SMART, Self - Monitoring, Analysis and Reporting Technology; System zur Selbstüberwachung, Analyse und Statusmeldung) sowie das Security Feature Set. Eine Anhebung der Leistungsfähigkeit im Hinblick auf die Übertragungsgeschwindigkeit fand nicht statt.

### **ATA/ATAPI - 4**

Ab 1997 wurden erstmals auch Verbindungsmöglichkeiten zu anderen Geräten als lediglich zu IDE - Festplatten in den ATA Standard eingebettet: Darunter zum Beispiel das CD-ROM - Laufwerk sowie der CD-Brenner. Dafür haben die Entwickler eine neue Schicht eingebaut, um SCSI-Kommandos zu senden und zu interpretieren. Die Geschwindigkeit verbesserte sich durch die Einbindung des neuen Übertragungsmodus Ultra-DMA (UDMA, Ultra-Direct Memory Access) auf 33,3 MB/s. Zudem findet die Umbenennung in ATA with Packet Interface (ATAPI) statt.

### **ATA/ATAPI - 5**

Erstmals war bei der fünften Version des ATAPI-Standards ein 80 - adriges Kabel erforderlich, von denen zwar weiterhin 39 Anschlusspins sind, aber es befinden sich zur Abschirmung von Reflexionen 41 Masseleitungen zwischen den Datenleitungen. Die Verbindungsgeschwindigkeit beträgt hier 66,6 MB/s und benutzt den Ultra-DMA-4-Modus.

### **ATA/ATAPI - 6**

Mit ATAPI-6 in Kombination zum Ultra-DMA-100 waren erstmals Datenraten im dreistelligen Bereich möglich: Bis zu 100 MB/s konnten damit übertragen werden. Durch das neu eingeführte Device Configuration Overlay (DCO) kann der Benutzer direkte Einstellungen an z.B. den physischen Werten (die gemeldete Größe verändern) vornehmen oder bestimmte Features aktivieren oder deaktivieren.

### **ATA/ATAPI - 7**

Erstmals wurde zwischen paralleler und serieller Übertragung unterschieden. Aus dieser

## DTS 1 – Datentechnik und Systemmanagement

Unterscheidung entwickelten sich zwei neue Übertragungs-Protokolle: Zum einen der PATA (parallel ATA) und die serielle Version SATA, die wir in einem extra Thema nochmal genauer aufgreifen werden. Die Übertragungsgeschwindigkeit stieg auf 133 MB/s.

### **ATA/ATAPI - 8**

In der zuletzt publizierten Version von 2005 wurden in dem ATAPI Protokoll einige Fehler behoben und der Standard neu strukturiert. Neu ist z.B., dass es in vier Dokumente unterteilt wird, welche eine weiterführende Abstrahierung der Befehle erlaubt: Einem Architecture Model, dem Command Set, einem Parallel Transport und einem Serial Transport.

Im Jahr 2008 wurde der Kommandosatz ATA8 - ACS als ANSI INCITS Standard veröffentlicht. Seitdem wird akribisch an der Veröffentlichung des ACS - 2 Kommandosatzes weitergearbeitet.

Bis heute wird im Volksmund häufig IDE als Synonym für die ATA bzw. PATA Anschlüsse verwendet.

Standard	ATA-1	ATA-2	ATA-3	ATA/ATAPI-4	ATA/ATAPI-5	ATA/ATAPI-6	ATA/ATAPI-7
Max. Datenrate:	8,3 MB/s	16,6 MB/s	16,6 MB/s	33,3 MB/s	66,6 MB/s	100 MB/s	133 MB/s

## 7.2.2 SATA

Serial ATA wurde im Jahr 2000 von Intel aus der älteren ATA-Schnittstelle entwickelt. Kurz darauf setzten sich mehrere Firmen, besonders der Prozessor-Chip Hersteller Intel, aus dem IT-Sektor zusammen und entwickelten gemeinsam eine Spezifikation, um den Serial-ATA zu standardisieren. Der Grund für diesen Schritt war, dass sich eine technische Schwierigkeit ergab, eine gewisse Übertragungsrate bei parallelen Anschlüssen zu überschreiten und die IT benötigte eine Point-to-Point Verbindung für den Datenaustausch zwischen Prozessor und Festplatte. Im Gegensatz zu den ATA-Standards stehen dem SATA-Anschluss lediglich 1 Leitungspaar statt 16 Leitungspaaren zur Verfügung.

Im Jahre 2001 wurde dann die erste Version vorgestellt, die eine Übertragungsrate von 150 MB/s erzielte. Allerdings dauerte die vollständige Marktdurchdringung bis 2004. Mit dem SATA Revision 2 konnten 300 MB/s übertragen werden. In der 2007 entwickelten dritten Generation kann der SATA-



## DTS 1 – Datentechnik und Systemmanagement

600 Anschluss bis zu 600 MB/s übertragen.

Außerdem besitzt SATA den Vorteil, dass der Anschluss nicht einzig auf Festplatten beschränkt ist, sondern auch Laufwerke, Brenner und Speicherkartenlesegeräte mit dem Computer verbindet. Zudem stellt die Schnittstelle den eSATA-Anschluss (eine Weiterentwicklung von SATA; s.u.) zur Verfügung, der sogar einen konkurrierenden Standard zu USB und Firewire darstellt.

Gegenüber seinem Vorgänger besitzt der SATA drei weitere Hauptvorteile:

- eine höhere Datentransferrate
- eine vereinfachte Kabelführung
- die Fähigkeit, Geräte beim laufenden Betrieb einzustecken oder zu trennen (Hot-Plug)



*Abbildung 6: SATA Kabel mit SATA Spannungsversorgung*

Durch die 8B/10B-Kodierung ergibt sich allerdings eine gewisse Einbuße bei der Datenübertragungsrate. Die eigentliche nutzbare Transferrate (Nettoübertragungsrate) liegt daher nur bei etwa 80% der realen Bitrate auf dem Kabel. Diese Leistungseinbuße ist jedoch für die meisten Anwender irrelevant, da die Geschwindigkeit nicht von der Datenrate der Schnittstelle, sondern von der Festplatten - Mechanik begrenzt wird. Einzige Ausnahme sind die immer mehr in den Trend kommenden SSD-Festplatten, bei denen die Lese- und Schreibgeschwindigkeit bis zu 500 MB/s beträgt. Die Nettoübertragungsrate der SATA- 600 Schnittstelle liegt jedoch „nur“ bei etwa 480 MB/s.

Wie oben bereits beschrieben, besteht der ATA-Standard aus 16 parallelen Datenleitung, wobei der SATA-Standard lediglich auf ein Datenleitungspaar zurückgreift. Diese Technik schauen wir uns im Folgenden etwas genauer an:

## DTS 1 – Datentechnik und Systemmanagement

Um das Problem der ATA-Anschlüsse und der dadurch begrenzten Datenübertragungsraten besser zu verstehen, muss man wissen, dass bei einem (P)ATA-Anschluss für die Übertragungsrate von 100 MB/s zwar nur eine Taktrate von 25 MHz nötig ist jedoch besteht die Herausforderung vor allem darin, die 16 parallelen Bits zum richtigen Zeitpunkt stabil an den Übertragungspunkten anliegen zu lassen und so einen synchronen Datenfluss auf allen Leitungen zu gewährleisten. Ungenauigkeiten entstehen außerdem durch das Crimpen (Zusammendrücken von Leitungspaaen; findet überall dort statt, wo die Verbindungen nicht verlötet / verschweißt werden können) der parallelen Stecker.



Abbildung 7: SATA Anschluss bei Festplatten

Da bei dem SATA lediglich ein Leitungspaar pro Richtung verwendet wird, ist der Datentransport deutlich einfacher zu gewährleisten. Um allerdings nun die gewünschten Datenraten zu erzeugen, benötigt der Anschluss bei einer Übertragungsgeschwindigkeit von 150 MB/s (Leistung des Serial-ATA in der ersten Generation) einen Takt von 1500 MHz. Die Schaltzeit der Bauteile darf somit bei nur etwa 0,27 ns liegen. Im Vergleich ist die interne Schaltzeit somit mehr als 70 Mal schneller als beim (P)ATA-Anschluss.

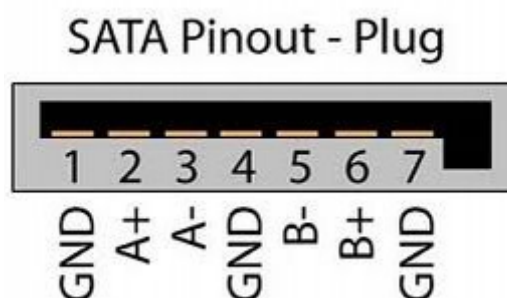


Abbildung 8: Pinbelegung SATA Datenstecker



## DTS 1 – Datentechnik und Systemmanagement

Bei der Stromversorgung von Festplatten stellt SATA bis zu 12 V zur Verfügung. Das Besondere ist, dass die SATA-Festplatten durch Hotplugging an und abgesteckt werden können. Damit Spannungseinbrüche verhindert werden können, ist die Buchse so konstruiert, dass zwei Pins zuerst den Massekontakt herstellen und dann ein strombegrenzter Pre-Charge Pin die Elektronik zum Leben erweckt und erst anschließend die Platte in Betrieb geht.

Werden mehrere Festplatten angeschlossen, organisiert der Host-Controller die Stromversorgung so, dass eine Platte nach der anderen hin zugeschaltet wird. Dies ist notwendig, da der Anlaufstrom deutlich höher als der Betriebsstrom ist.

Bei der Kompatibilität von moderneren SATA-Revision-2-Festplatten zu den älteren SATA-Schnittstellen gibt es grundsätzlich keine Probleme und sie sind somit vollständig abwärtskompatibel. Sie laufen dann allerdings ohne die speziellen Fähigkeiten der SATA-Revision-2. Sogar die SATA-I-Datenkabel können dafür verwendet werden. Sie lassen sich per Jumper oder Software auf den langsameren Übertragungsmodus umkonfigurieren.

### 7.2.3 eSATA

Aufgrund der geringen mechanischen Belastbarkeit der Kabel und Stecker sowie der fehlenden Abschirmung gegen elektromagnetische Störungen und auf der anderen Seite dem Wunsch nach externen Festplatten, die mittels des schnellen SATA-Anschlusses angeschlossen werden können, entstand mit SATA Revision 2 der „External Serial ATA“, kurz eSATA.

Die neuen Kabel und Stecker sind robuster und haben zudem folgende Eigenschaften:

- zu internen Steckern inkompatible Stecker/Buchsengeometrie, was das versehentliche Verwenden von externen Kabeln für den internen Betrieb verhindern soll
- abgeschirmte Stecker und Buchsen
- an den Buchsen wurden kleine Federn verbaut, um die mechanische Stabilität zu verbessern (dadurch sollen min. 5000 Steckzyklen überstanden werden)

Mittlerweile sind bereits eSATA Sticks am Markt, die den hohen Datendurchsatz von eSATA nun auch mobil möglich machen. Derzeit wird an einer Standardisierung von „Power-over-eSATA“, kurz eSATAp gearbeitet, denn das Problem ist, dass die eSATA-Sticks aktuell ihren Strom noch über USB-Kabel beziehen müssen.

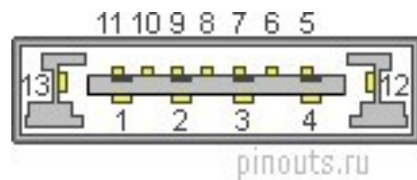


Abbildung 9: Pin's E-SATA

Pin	Name	Farbe	Beschreibung
1	VBUS	rot	+5V
2	D-	weiß	USB 2.0 Differential Paar
3	D+	grün	
4	ID		ID-Pin n.c.
5	GND	schwarz	Masse Power
6	SSTX-	purpur	SuperSpeed Transmitter Differential Paar
7	SSTX+	orange	
8	GND_DRAIN	natur	Masse Signal
9	SSRX-	blau	SuperSpeed Receiver Differential Paar
10	SSRX+	gelb	
Shell	Shield	natur	Beidraht (Abschirmung)

### 7.2.4 SCSI

Die im Jahre 1981 entwickelte Small Computer System Interface war lange Zeit die wohl universellste Schnittstelle der Computertechnik. SCSI war schon damals, in der ersten Generation, ähnlich der deutlich später entwickelten SATA-Schnittstelle, keine reine Festplattenschnittstelle, denn auch Scanner, CD-ROM Laufwerke und vieles mehr konnten daran angeschlossen werden. Durch die Zuweisung einer eigenen Adresse in Form einer Nummer (ähnlich MAC-Adresse bei Netzwerkkarten), konnten ohne Probleme bis zu sieben Geräte gleichzeitig an einen Anschluss geschlossen werden. Durch diese eindeutige Identifikationsnummer wurden die Datenpakete immer weitergereicht, bis sie ihren Adressaten erreichten.

Anders als bei anderen Schnittstellen steckt die eigentliche Intelligenz dieser parallelen Schnittstelle nicht auf dem Controller, sondern auf dem jeweiligen Gerät selbst. So steuert nicht der Steckkarten- Controller Vorgänge wie bspw. das Formatieren, sondern der Computer erteilt hier lediglich den Befehl „formatiere Festplatte“, und alles weitere veranlasst dann der auf dem Gerät integrierte Controller, während der Computer sich bereits um andere Dinge kümmern und weiterarbeiten kann. Daher ist bei SCSI-Schnittstellen auch häufiger die Rede vom Host-Adapter statt Controller. Denn im Fall der Festplatte befindet sich die gesamte Steuerelektronik auf der Platte selber. Der hier erlangte Vorteil ist, dass der Hersteller die Verbindung zwischen Festplatte und Controller stark optimieren und somit an eigene Vorstellungen anpassen kann. Der Host-Adapter hat nur noch wenig Einfluss auf die Verbindungstechnik und Datenübertragungsrate.

Nachteilig war jedoch der damals deutlich höhere Preis von SCSI-Komponenten, da jedes Gerät seine „eigene Schnittstelle“ quasi mitschleppte.

In der ersten Generation, die 1986 standardisiert wurde, erreicht die SCSI-1 Schnittstelle, auch Narrow SCSI genannt, durch ein 50-poliges Flachbandkabel, welches bis zu 6 Meter (der konkurrierende ATA-Standard war auf 1,5 Meter

begrenzt) lang sein durfte, eine maximale Datenübertragungsrate von bis zu 5 MB/s. Häufig wurden diese Geschwindigkeiten in der Realität aber nicht erreicht.

In der zweiten und dritten Generation veränderten sich hauptsächlich die Datenübertragungsraten und zwar zuerst auf 10 MB/s und später, in der Ultra-SCSI Variante, die 1992 standardisiert wurde, auf 20 MB/s. Dies wurde unter anderem durch einen höheren Bustakt erreicht, der allerdings auf der anderen Seite die Kabellänge auf 3 Meter begrenzte und dem SCSI-Anschluss so den Ruf einbrachte, sehr empfindlich auf Kabellänge und Umweltbedingungen zu reagieren.

## DTS 1 – Datentechnik und Systemmanagement

1993 wurde mit der Standardisierung des SCSI-3 Anschlusses erstmalig ein Protokoll für alternative Transfertechniken bereitgestellt, das z.B. auch von dem IEEE-1394 Standard (FireWire) genutzt wird.

Der zuletzt entwickelte und aktuelle Standard ist der Ultra-320, der im Jahre 2002 etabliert wurde. Bei diesem Übertragungsstandard werden Geschwindigkeiten von bis zu 320 MB/s erreicht. Zum Erreichen dieser Geschwindigkeiten wurde unter anderem ein neuer Bus mit niedrigem Signalpegel eingeführt. Durch die sogenannte LVD-Technik wurde es auch möglich, die Kabellänge auf bis zu 12 Meter zu erhöhen.

Die Entwicklung von Ultra-640, d.h. eine weitere Verdoppelung der Datenraten auf 640 MB /s, wird nicht weiterverfolgt. Statt dessen setzt die Industrie auf „Serial Attached SCSI“, kurz SAS.



Abbildung 10: SCSI Steckertypen

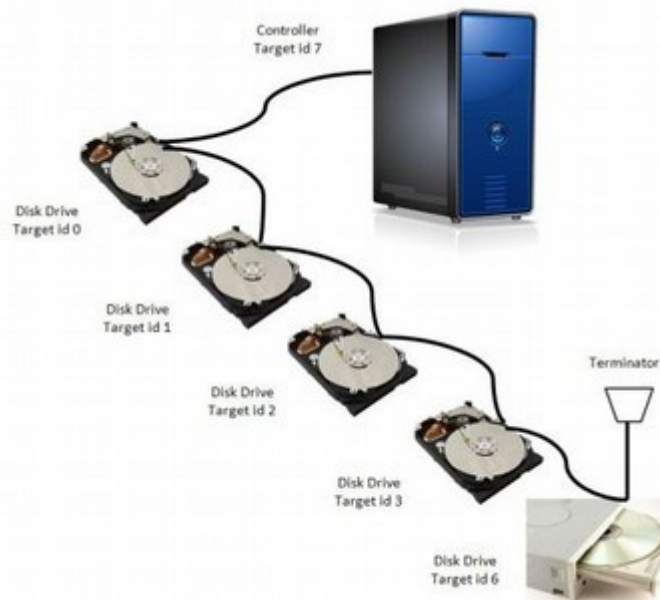


Abbildung 11: SCSI Verdrahtungsbeispiel

### 7.2.5 SAS

Serial Attached SCSI ist somit der Nachfolger der bisherigen parallelen SCSI-Schnittstelle. Beim SCSI entstand folgende Problematik: Die Taktrate am Bus musste so begrenzt werden, dass das langsamste und das schnellste Bit zum Bit-Abtast Zeitpunkt ausgewertet werden konnten. Aufgrund der Zielsetzung der Leistungssteigerung des Busses, dem wiederum aber die enorm schnellen Schaltzeiten und die damit verbundenen physikalischen Grenzen entgegenstanden, wuchs der Wunsch der Industrie, die Entwicklung eines neuen Übertragungsstandards zu forcieren und damit den SCSI abzulösen.

Folglich wurde die neue Schnittstelle Serial Attached SCSI konzipiert. In der ersten Version, die im Jahre 2004 standardisiert wurde, arbeitete SAS seriell mit einer theoretischen Übertragungsrate von 375 MB/s. In der zweiten und aktuellen Variante kommt die SAS-Schnittstelle auf 750 MB/s. Allerdings wird diese Geschwindigkeit durch die 8B10B Kabelcodierung auf jeweils 300 bzw. 600 MB/s Nettodatendurchsatz begrenzt. Zudem bietet SAS im Gegensatz zu seinem Vorgänger die Möglichkeit, eine Punkt-zu-Punkt Verbindung einzurichten. Die Geräte können also direkt untereinander kommunizieren. Wie bereits sein Vorgänger, besitzt auch jedes SAS-Gerät eine weltweit eindeutige Adresse.

Der nächste Entwicklungsschritt soll in voraussichtlich 2013 standardisiert werden und dann einen Nettodatendurchsatz von bis zu 1200 MB/s haben. Bereits jetzt werden z.B. durch SSD-Festplatten

(bis 500 MB/s Datenübertragung) die Datenraten des SAS-600 fast vollständig ausgeschöpft.

### **7.3     *Erweiterungs- Steckplätze***

### **7.4     *Prozessorsockel***

### **7.5     *Backplane oder Slot Karten***