

Proseminar „Speicher- und Dateisysteme“  
Rechneranbindungen [IDE, SATA, SCSI, USB, FireWire]

von  
Marius Eschen

Veröffentlichungsdatum: 01.04.2011

## Inhaltsverzeichnis

<b>1. Einleitung – Was sind Rechneranbindungen? .....</b>	<b>3</b>
<b>1.1. Geschichte .....</b>	<b>3</b>
<b>2. IDE – Integrated Device Electronics (ATA).....</b>	<b>4</b>
<b>3. SATA .....</b>	<b>6</b>
<b>3.1. eSATA .....</b>	<b>7</b>
<b>4. SCSI.....</b>	<b>8</b>
<b>4.1. SAS.....</b>	<b>9</b>
<b>5. USB.....</b>	<b>10</b>
<b>6. FireWire.....</b>	<b>11</b>
<b>7. Weitere Anbindungsmöglichkeiten .....</b>	<b>12</b>
<b>7.1. Ethernet.....</b>	<b>13</b>
<b>7.2. Bluetooth.....</b>	<b>13</b>
<b>8. Quellen .....</b>	<b>15</b>

## 1. Einleitung – Was sind Rechneranbindungen?

Seitdem es Computer gibt, gibt es Rechneranbindungen, um mit dem Computer durch externe Geräte über sogenannte Schnittstellen zu kommunizieren und so den Austausch von Informationen zu gewährleisten. Dieser Austausch erfolgt in Form von physikalischen oder logischen Größen. Zu nennen sind hier die elektrische Spannung oder Daten. Der Austausch findet entweder analog, das heißt z.B. durch ein Mikrofon an einer Soundkarte oder digital, durch z.B. eine Parallelschnittstelle des PC, statt. Schnittstellen beschreiben also die Interaktion zwischen zwei Computersystemen.

Grundlegend unterscheidet man bei den Schnittstellen in:

- Datenschnittstelle: zur Datenübermittlung
- Allgemeine Schnittstelle:
- Maschinelle Schnittstelle: zwischen physischen Systemen
- Hardwareschnittstelle: zwischen physischen Systemen der Computertechnik
- Netzwerkschnittstellen: zwischen Netzwerkkomponenten
- Softwareschnittstellen: zwischen Programmen
- Benutzerschnittstellen: zwischen Mensch und Gerät

Wir legen unseren Fokus in dieser Ausarbeitung auf die **Hardwareschnittstellen** und werden diese im Folgenden genauer behandeln.

Hardwareschnittstellen beschreiben die Interaktion zwischen zwei oder mehreren physikalischen Systemen in der Elektronik. Die jeweiligen Komponenten müssen allerdings kompatibel sein um miteinander kommunizieren zu können. Dies wird oftmals durch zu einander passende Stecker und Buchsen symbolisiert, sodass auch Laien intuitiv mit den verschiedensten Rechneranbindungen schnell und einfach arbeiten können. Beispiele für Hardwareschnittstellen, auf die wir im weiteren Verlauf noch detaillierter eingehen werden, sind die IDE, SATA, SCSI, USB und FireWire.

### 1.1. Geschichte

Generell unterscheidet man zwischen parallelen und seriellen Hardwareschnittstellen. Der Unterschied besteht in der Verwendung. Grundsätzlich lässt sich sagen: Will man mehrere Bits gleichzeitig übertragen wie z.B. für Drucker, nutzt man die parallele Datenübertragung. Bei den seriellen Schnittstellen werden die Bits nacheinander (seriell) übertragen.

Wenn man von parallelen Schnittstellen spricht, meint man meist einen Anschluss nach IEEE 1284-Standard zur bidirektionalen („in beide Richtungen“) Übertragung von Daten zwischen PCs und den jeweiligen Peripheriegeräten. Heutzutage wird dieser nach seiner Verwendung auch als Druckerschnittstelle oder Druckerport (*LPT, line printing terminal*) bezeichnet. Vor der Formulierung des IEEE 1284-Standards war zwischen den Peripheriegeräten und dem Computer lediglich eine



unidirektionale („nur in eine Richtung“) Kommunikation möglich, was die Anwendung zum Beispiel eines Druckers beschränkte.

Die parallele Schnittstelle hat sich gerade bei der Übertragung hoher Datenraten auf kurze Entfernung durchgesetzt, da die erreichte Datenrate (*im EPP-Modus, Enhanced Parallel Port*) bei 2 MB/s pro Richtung liegt.

Die serielle Schnittstelle entstand in den 80er Jahren ursprünglich aus dem Anforderungsgrund, eine Schnittstelle für die Datenübertragung vom PC zum Modem zu schaffen und Nachrichten auf die Telefonleitung umzusetzen. Die Datenraten lagen am Anfang zwischen 110 und 19200 Bit pro Sekunde. Moderne serielle Schnittstellen sind z.B. Ethernet, USB und FireWire, mit denen man deutlich höhere Datenraten erreicht.



## 2. 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 Bitte 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.

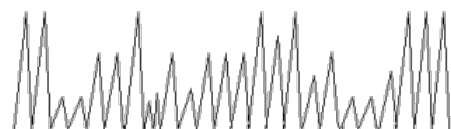
- ATA-1

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 Sendergeschwindigkeit synchronisieren kann und die Nutzdaten quasi in einen nicht

Asynchron



abreißenden Informationsstrom bei dem Empfänger ankommen. Die Übertragung wird somit effizienter. Hinzu kamen außerdem zwei neue Übertragungsmodi.

- 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 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.

### 3. 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-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)

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 Datenleitungen, wobei der SATA-Standard lediglich auf ein Datenleitungspaar zurückgreift. Diese Technik schauen wir uns im Folgenden etwas genauer an:

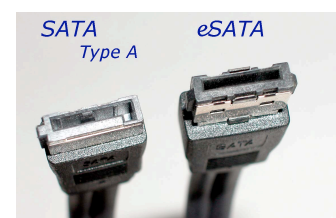
Um das Problem der ATA-Anschlüsse und der dadurch begrenzten Datenübertragungsraten besser zu verstehen, muss man wissen, dass bei einem (P)ATA-Anschluss für die Übertragungsrate von 100 MB/s zwar nur eine Taktrate von 25 MHz nötig ist - jedoch besteht die Herausforderung vor allem darin, die 16 parallelen 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 Leitungsparen; findet überall dort statt, wo die Verbindungen nicht verlötet / verschweißt werden können) der parallelen Stecker.

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.

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 hinzugeschaltet 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.



### 3.1. 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.

**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.

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.

#### **4.1. 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.

## 5. USB

Die wohl bekannteste unter den Schnittstellen ist der seriell arbeitende USB-Anschluss. Entwickelt wurde USB im Jahre 1996 von Intel mit dem Ziel, alle auf dem Markt vorhandenen Peripheriegeräte in nur einem Anschluss zu vereinheitlichen. Der USB 1.0 erreichte Datenraten von bis zu 1,5 MB/s. Das Besondere ist, dass USB von Beginn an die Hot-Plug-Funktion beinhaltet. Durch Hot-Plugging können im laufenden Betrieb Geräte miteinander verbunden oder voneinander getrennt werden. Die Eigenschaften der jeweiligen Geräte werden dabei automatisch erkannt. Der Host-Controller (Master), der die Koordination über sogenannte Slave-Clients übernimmt, können theoretisch per HUB bis zu 127 unterschiedliche Peripheriegeräte an nur einer USB-Schnittstelle angeschlossen werden.



Bereits 1998 erschien USB 1.1, der einige Fehler und Unklarheiten behob. Die Übertragungsgeschwindigkeit konnte jedoch nicht angehoben werden. Durch dieses Manko stellt USB auch in der zweiten Version noch keinen direkten Konkurrenten zum bereits ein Jahr vor USB entwickelten FireWire-Anschluss von Apple, der bereits in der ersten Version 50 MB/s erreichte, dar. Trotzdem verbaute auch Apple in seinen damaligen iMacs den USB 1.1 Anschluss und trug somit ebenfalls zur Verbreitung der USB-Technik bei.

Im Jahre 2000 wurde dann der USB 2.0 spezifiziert. In dieser Version fand dann die langersehnte Anhebung der Datenübertragungsrate auf 60 MB/s statt. Erstmals wurde USB dann auch für Festplatten und Videogeräte interessant. Entsprechende Geräte folgten aber erst ab dem Jahre 2002.

Ein weiterer Grund für den rasanten Erfolg von USB war die Entwicklung und Einführung von sogenannten generischen Treibern. Hierfür wurden verschiedene Geräteklassen definiert, die sich dann durch generische Treiber individuell ansteuern lassen. Somit ist jedes einzelne Peripheriegerät sofort nach dem Anschluss mit allen ihren grundlegenden Funktionen sofort verwendbar, ohne im Vorfeld spezielle, eigene Treiber installieren zu müssen. Einige Geräte, wie z.B. Drucker, besitzen herstellerspezifische Erweiterungen (Zusatzfunktionen), die erst nach der Installation der hauseigenen Treiber funktionieren.

Hier sehen wir einen kleinen Ausschnitt der insgesamt 20 spezifischen Geräteklassen.

Klasse	Verwendung	Beschreibung	Beispiele
01h	Interface	Audio	Lautsprecher, Mikrofon, Soundkarte
03h	Interface	Human Interface Device	Tastatur, Maus, Joystick
08h	Interface	Massenspeicher	USB-Stick, Memory-Card, MP3-Player

ABB: Ausschnitt aus den USB-Geräteklassen

Im Jahre 2008 wurde die neueste USB 3.0 Technik vorgestellt. In dieser Version soll die Datentransferrate, die pro Port im *USB 3.0 SuperSpeed Modus* erreicht werden kann, bei bis zu 600 MB/s liegen. Damit diese Geschwindigkeiten erreicht werden können, sind allerdings neue Stecker, Kabel sowie Buchsen notwendig, da z.B. auch die Kabel zum Erreichen der Geschwindigkeit zwei neue Adern benötigen. Allerdings sollen die neuen Stecker und Buchsen mit den alten Versionen kompatibel sein.

Eine weitere Problematik, der durch USB 3.0 entgegengewirkt wird, ist die Stromversorgung. Der derzeitige USB 2.0 Standard stellt pro USB-Port lediglich maximal 500 mA (High Power Modus) bei 5 Volt bereit. Die einzige externe Festplatte, die mit dieser geringen Stromleistung ohne Probleme zurecht kommt, ist die 1,8"-Festplatte. Selbst bei den 2,5"-Festplatten treten teilweise Stromversorgungsengpässe auf: Denn beim Ansteuern dieser Platten wird ein Anlaufstrom von 600 bis 1000 mA benötigt. Die kurzzeitige Überbeanspruchung des USB-Ports wird zwar von den meisten Geräten schadlos überstanden, allerdings kann dies zu einem instabilen Energiehaushalt des Rechners führen, wodurch im schlimmsten Fall Fehler auftreten können. Im Betrieb begnügen sie sich mit 250 – 400 mA. Aufgrund eines Verstoßes gegen die geltende USB-Norm sind die früher häufig verwendeten Doppel-USB-Anschlüsse verschwunden. Abhilfe schafft hier die neue USB 3.0 Spezifikation, denn sie liefert pro Port eine Stromversorgung von bis zu 900 mA.

Weiterhin schwierig gestaltet sich die Situation der Stromversorgung bei den 3,5"-Festplatten. Sie benötigen generell eine externe Stromversorgung, da der Gesamtenergiebedarf während des Betriebes bei durchschnittlich 800 bis über 1100 mA bei 12 Volt liegt. Der Endkonsument hat also die Qual der Wahl und muss sich entscheiden, ob er seine Daten hauptsächlich unterwegs braucht oder im Zweifel darauf verzichten kann – denn für die ständige Mitnahme eignen sich 3,5"-Platten nicht wirklich.

Wie bei jedem Erfolgsprodukt machen sich auch bei dem USB-Anschluss immer wieder kuriose Mythen breit: Eine davon, von der man besonders häufig hört, ist, dass USB-Anschlüsse unter dem einfachen Abziehen (sprich, ohne Abmeldung im Betriebssystem) leiden und Fehler auftreten können. Heutzutage (seit etwa Windows XP) macht dies allerdings keinen Unterschied, ob ein USB-Datenträger einfach aus der USB-Buchse gezogen oder erst vom System abgemeldet wird. Jedoch empfehlen Experten immer wieder, den Datenträger im Vorfeld abzumelden. Richtig ist, dass das Ziehen der Steckverbindung während eines Kopier- oder Lesevorgangs zu Datenverlusten führen kann. Dieser Fehler tritt jedoch, im Fall des Ziehens der Steckverbindung, bei jeder Schnittstelle auf.

## 6. FireWire

Der FireWire-Anschluss wurde 1995 von Apple als der IEEE-1394-Standard verabschiedet. Ursprünglich wurde der „Feuerdraht“ als Nachfolger von SCSI entwickelt, wird aber hauptsächlich genutzt, um eine schnelle Verbindung zwischen allen Multimedia- sowie Peripheriegeräten und dem Computer herzustellen. Er steht mit seiner ähnlichen



Zielsetzung in direkter Konkurrenz zum USB-System. Bereits in der ersten Spezifikationsstufe stand der FireWire-Anschluss in den Geschwindigkeitsklassen S100, S200 und S400 dem Konsumenten mit einer Datenübertragungsrate von 12, 25 und 50 MB/s zur Verfügung. Auch „Hot Plug / Unplug“ ist bei diesem Anschluss möglich und die Geräte können beim laufenden Betrieb angeschlossen werden und werden dann automatisch erkannt.

1997 kam die FireWire-Schnittstelle unter dem Namen i.Link in der Playstation 2 zum Einsatz. 2001 bekam Apple sogar den „Emmy“ von der Academy of Television Arts & Sciences für die bedeutende Rolle der FireWire-Technik in der Filmindustrie verliehen.

Mit der im Jahre 2003 unter dem Namen S800 veröffentlichten Spezifikation, wurden nicht nur nochmals höhere Geschwindigkeiten von bis zu 100 MB/s erreicht, sondern es war gleichwohl möglich, Distanzen von bis zu 100 Metern Kabellänge zu überbrücken, ohne dabei signifikante Geschwindigkeitseinbußen zu erhalten.

Derzeit laufen die Entwicklungen an dem neuen FireWire S3200 Anschluss auf Hochtouren. Das Ziel ist Datenraten von bis zu 400 MB/s, allerdings über die alten S800-Kabel, zu erreichen.

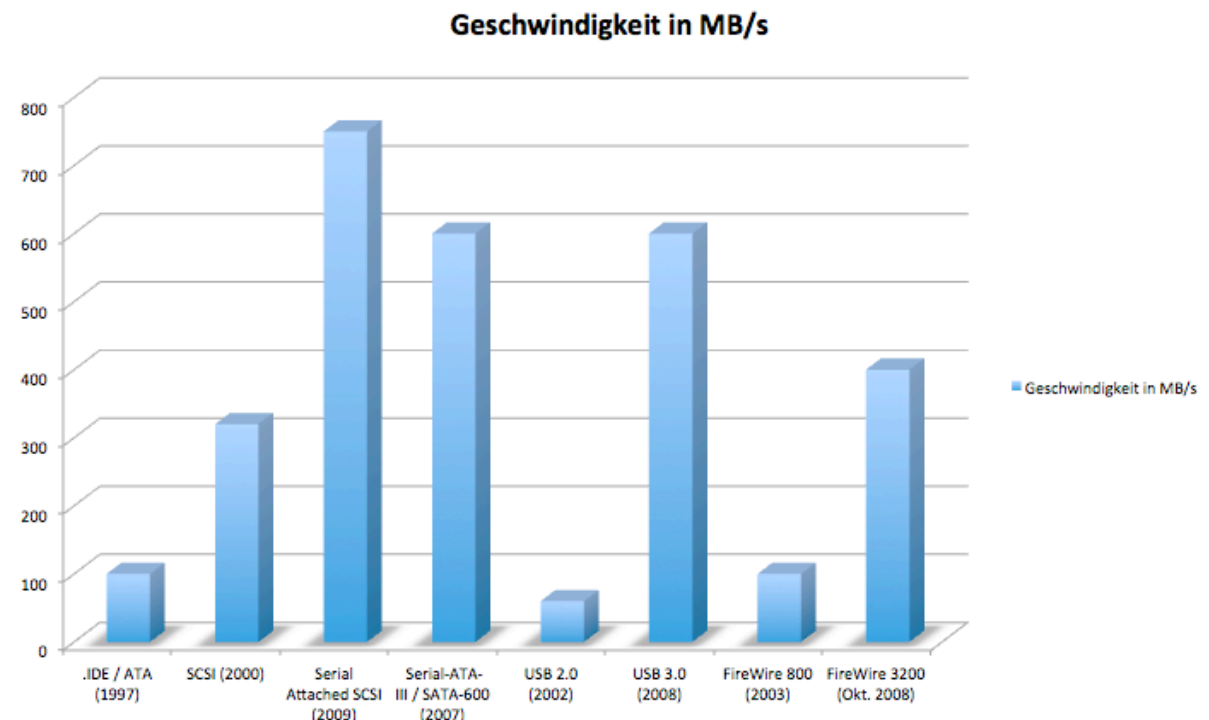
Neben der bisher genannten Fakten, habe ich mich besonders mit der Frage, welche Existenzberechtigung der FireWire-Anschluss denn nun gegenüber dem weit verbreiteten USB-Anschluss habe, beschäftigt und das obwohl nun mittlerweile auch höhere Geschwindigkeiten erreicht werden. Um diese Frage zu beantworten, muss man sich das Haupteinsatzgebiet des FireWire Anschlusses angucken. Dieser wird hauptsächlich bei DV-Camcorder, Übertragung von digitalen Bildern, externen Massenspeichern sowie bei Multimedia Systemen verwendet. Besonders auffällig ist, dass dies häufig Geräte mit einem deutlich höheren Stromverbrauch sind. Und genau hier liegt der Unterschied: FireWire hat eine deutlich robustere Stromversorgung und kann zudem die Geschwindigkeiten auch über viel weitere Entfernungen übertragen. Ein weiterer Pluspunkt ist die „peer-to-peer“ Kommunikation, was bedeutet, dass ohne ein Zwischengerät (Host) Informationen ausgetauscht werden können.

## 7. Weitere Anbindungsmöglichkeiten

Natürlich existieren noch weitere Anbindungsmöglichkeiten. Doch die oben genannten und erklärten zählen zu den elementarsten Verbindungen. Gerade um die einzelnen Komponenten innerhalb eines abgeschlossenen Rechnersystems, also ohne die Betrachtung von externen (Peripherie)Geräten, mit einander zu verbinden, kommt man um die aufgezählten Rechneranbindungen nicht herum.



In der unten angefügten Grafik sind die einzelnen aktuell auf dem Markt verfügbaren Schnittstellen gegenübergestellt. Es ist deutlich zu erkennen, dass auch die Zukunft exorbitant ansteigenden Datenmengen verarbeitet werden kann.



Im Folgenden sind der Vollständigkeit halber noch zwei weitere Anbindungs- bzw. Verbindungsmöglichkeiten für externe Geräte aufgezählt, die ähnliche Bekanntheit wie die anderen Rechneranbindungen genießen.

### 7.1. Ethernet

Ethernet ist eine Technologie, in der die Datenpakete oftmals zwischen den in einem lokalen Netz angeschlossenen Geräten ausgetauscht werden. Zu nennen sind hier u.a. andere Computersysteme, neuartige Drucker und dergleichen. Nach langer Entwicklungszeit wurde 1985 der Ethernet-Standard als internationaler Standard ISO 8802 veröffentlicht und erlangte binnen kürzester Zeit weite Verbreitung und Unterstützung durch die Beteiligung von über 100 Herstellerfirmen. Seit Mitte der 1990er Jahre ist die Ethernet-Schnittstelle in dem deutlich eleganteren und bekannteren Standard IEEE 802.12 definiert. Dieser wurde über die Jahre immer weiter entwickelt und erreicht heutzutage Geschwindigkeiten von bis zu 1250 MB/s.

### 7.2. Bluetooth

Der seit den 1990er-Jahren existierende Übertragungsstandard ist in der IEEE 802.15.1 spezifiziert. Dieser Standard ist für die Funkübertragung zwischen Geräten über kurze Distanz erschaffen worden. Aufgrund der geringen Übertragungsrate, die in der letzten Entwicklungsstufe (2009) bei nur 3 MB/s liegt, beschränkt sich der

Einsatz beim Endverbraucher oftmals auf kabellose Funkkopfhörer für die Übertragung von Musik oder der direkte und kabellose Datenaustausch zwischen dem Handy und dem Rechner.

## 8. Quellen

- PC Intern - Michael Tischer; Düsseldorf 1994 ; Data-Becker
- Wikipedia
- <http://computer.howstuffworks.com/firewire3.htm>
- <http://forum.slashcam.de/wenn-firewire-nicht-richtig-funktioniert-vt27682.html>
- <http://www.google.de/products/catalog?q=firewire+karte&hl=de&client=safari&rls=en&prmd=ivns&resnum=3&um=1&ie=UTF-8&cid=10837910532512042184&sa=X&ei=ghVpTbP-Gln0sgbav73iDA&ved=0CHMQ8glwAA#>
- <http://www.tomshardware.de/thumb-drive-flash-stick-eSATA,testberichte-240365-2.html>
- [http://de.wikipedia.org/wiki/Serial\\_ATA](http://de.wikipedia.org/wiki/Serial_ATA)
- [http://www.zdnet.de/zentrale\\_speicherung\\_und\\_rechenleistung\\_storage\\_server\\_in\\_unternehmen\\_speichersysteme\\_eine\\_einfuehrung\\_story-39001320-39128885-2.htm](http://www.zdnet.de/zentrale_speicherung_und_rechenleistung_storage_server_in_unternehmen_speichersysteme_eine_einfuehrung_story-39001320-39128885-2.htm)
- <http://www.artikel32.com/informatik/1/die-rechneranbindung.php>
- <http://de.wikipedia.org/wiki/Ethernet>
- <http://www.industrie-kamera.de/gige-kamera.htm>
- <http://www.industrie-kamera.de/firewire-kamera.htm>
- <http://de.wikipedia.org/wiki/ATA/ATAPI>
- [http://www.cnet.de/praxis/tv-gaming/41515883/dlna\\_so\\_loesen\\_filmfans\\_die\\_probleme\\_beim\\_multimedia\\_netzwerkstreaming.htm](http://www.cnet.de/praxis/tv-gaming/41515883/dlna_so_loesen_filmfans_die_probleme_beim_multimedia_netzwerkstreaming.htm)
- <http://www.hardwaregrundlagen.de/oben07-020.htm>
- <http://de.wikipedia.org/wiki/FireWire>
- [http://de.wikipedia.org/wiki/Universal\\_Serial\\_Bus](http://de.wikipedia.org/wiki/Universal_Serial_Bus)
- [http://de.wikipedia.org/wiki/ESATA#External\\_Serial\\_ATA\\_.28eSATA.29](http://de.wikipedia.org/wiki/ESATA#External_Serial_ATA_.28eSATA.29)

### Bilder:

- <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/2/24/Parallelport.jpg/220px-Parallelport.jpg>
- <http://www.hardwaregrundlagen.de/images/schnit3.gif>
- [http://www.promago.de/news/wp-content/files/superspeed\\_usb\\_faq\\_promo.jpg](http://www.promago.de/news/wp-content/files/superspeed_usb_faq_promo.jpg)
- [http://www.c-lab.org/fileadmin/user\\_upload/zubehoer\\_produkte/hpdsusb68\\_vhdc1.jpg](http://www.c-lab.org/fileadmin/user_upload/zubehoer_produkte/hpdsusb68_vhdc1.jpg)
- [http://www.macgurus.com/ccp51/media/images/category/sata/eSATA\\_TypA\\_Irg.jpg](http://www.macgurus.com/ccp51/media/images/category/sata/eSATA_TypA_Irg.jpg)
- [http://lehre.hki.uni-koeln.de/seminare/sites/default/files/userfiles/1/Ata\\_20070127\\_001.jpg](http://lehre.hki.uni-koeln.de/seminare/sites/default/files/userfiles/1/Ata_20070127_001.jpg)
- [http://blog.focus.de/techtoys/wp-content/images/techtoys/usb\\_raketenwerfer\\_webcam\\_msn.jpg](http://blog.focus.de/techtoys/wp-content/images/techtoys/usb_raketenwerfer_webcam_msn.jpg)

- [http://www.produkt-suchmaschine.com/images/products/268\\_/usb-tassenwaermer-m-hub4ports-silber-id2678144.jpg](http://www.produkt-suchmaschine.com/images/products/268_/usb-tassenwaermer-m-hub4ports-silber-id2678144.jpg)
- <http://www.elec-intro.com/EX/05-13-23/Ethernet-Cable-UTP-Mold-Type-KB-AA06-.jpg>
- [http://jontrosky.com/images/Firewire\\_6\\_pin\\_port.jpg](http://jontrosky.com/images/Firewire_6_pin_port.jpg)
-