

Freie Universität Berlin

**Fachbereich Mathematik und Informatik
Institut für Informatik
Proseminar Technische Informatik**

zum
19.01.2009

von

Amadeus Perschau,

4125044

ama1986@freenet.de

in Betreuung von

Georg Wittenburg, M.Sc.,

wittenbu@inf.fu-berlin.de

Thema:

USB vs. FireWire

Abstract

Diese Seminararbeit wird sich mit dem Thema "USB vs. FireWire" beschäftigen

In der Arbeit wird zunächst auf die Technik beider Standards eingegangen und kommende Standards wie WUSB oder USB 3.0 werden vorgestellt, außerdem wird auf wichtige Aspekte der Entwicklung eingegangen und diese werden miteinander verglichen.

Dabei soll es in erster Linie nicht nur darum gehen, wer sich überhaupt um die Entwicklung der Standards USB und FireWire kümmert, sondern die Seminararbeit soll sich auch mit Problemstellungen beschäftigen, die bei der Entwicklung und Integration in verschiedenen Systemen auftreten.

Als Letzter Punkt wird in der Arbeit die Zukunft beider Standards aufgegriffen und anhand des gegenwertigen Entwicklungsstandes wird Versucht, die möglichen Erfolgchancen für die Zukunft abzuleiten.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	3
2. USB vs. FireWire	4
2.1 USB	4
2.1.1. Technische Hintergründe	4
2.1.2. USB On-the-go	7
2.1.3. USB 3.0	7
2.1.4. Wireless-USB (WUSB)	8
2.2 FireWire	9
2.2.1. Die Technik hinter IEEE 1394	9
2.2.2. Wireless-FireWire	11
2.3 Integrationen in Betriebssysteme	11
2.3.1. Windows	11
2.3.2. MacOS	11
2.3.3. Linux	11
3. Die Köpfe dahinter	12
3.1. USB-IF	12
3.2. 1394 Implementors Forum	12
4. Ausblick	12
5. Zusammenfassung	14
6. Referenzen	15

1. Einleitung

Plug & Play, so gut wie jeder Computerbenutzer dürfte schon einmal von diesem Begriff gehört haben oder zumindest Gebrauch von dieser Technik gemacht haben.

Ein simples Konzept, dass die einfache Installation und Bereitstellung von Hardware ermöglicht und dem Benutzer komplizierte Handgriffe erspart, bspw. wenn es darum geht eine neue Tastatur zu installieren.

Die Standards FireWire und USB machen von diesem Konzept gebrauch, betrachtet man aber den geschichtlichen Verlauf, so wird deutlich, dass die beiden Standards noch relativ jung sind.

Jetzt stellt sich natürlich die Frage was gab es davor und warum hat man sich dazu entschieden FireWire und USB überhaupt einzuführen?

Immerhin gab bzw. gibt es für den Anschluss von Hardware andere Möglichkeiten wie zum Beispiel PCI.

Das Problem ist jedoch, dass die PCI-Schnittstelle für den Gebrauch von einfacher und vor allem langsamer E/A-Hardware viel zu teuer ist.

Ein anderer Problempunkt ist die Tatsache, dass E/A-Hardware mit einem hohen Aufwand installiert und konfiguriert werden musste, was ein großes Problem für viele Benutzer darstellte.

Als logische Konsequenz haben sich im Jahre 1993 die Vertreter von 7 Unternehmen, dazu gehören Intel, NEC, DBC, IBM, Northern Telecom, Microsoft und Compaq, mit der Absicht ein besseres Designkonzept zu entwickeln, dem Problem angenommen.

Dem Zusammenschluss haben sich über hundert weitere Unternehmen angeschlossen und der daraus resultierende Standard wurde Universal Serial Bus oder kurz USB getauft. [1]

2 Jahre nachdem sich Intel und Co. zusammengesetzt haben um am neuen USB-Konzept zu arbeiten, wurde die FireWire-Schnittstelle von der 1394 Trade Organisation anerkannt, welche jedoch schon 8 Jahre ihr Dasein feiert.

Bereits 1987 hat die Firma Apple, welche sie auch entwickelt und unter dem Namen IEEE-1394 und später FireWire vermarktet hat, die Schnittstelle in Computersysteme integriert (Nubus-Computer), mit der Absicht Datentransfer zwischen Computern zu ermöglichen.

Das Problem bei der Entwicklung der Schnittstelle war, dass man ein schnelles Datentransfersystem hatte, jedoch die Computerleistung im Verhältnis wesentlich geringer war.

Ein weiteres Problem stellte die Tatsache dar, dass die Schnittstelle in ihrer Anschaffung viel zu teuer war, was sie für die breite Masse unattraktiv machte. [2]

2. USB vs. FireWire

2.1. USB

Als die USB-Arbeitsgruppe die Entwicklung am USB-Projekt aufnahm, verfolgten sie mit ihrer Arbeit eine ganze Reihe an Zielen, die es dem Endverbraucher ermöglichen sollten mit einem geringen Mindestmaß an Aufwand neue Hardware zu installieren und diese hinterher anstandslos in Betrieb nehmen zu können,

2.1.1. Technische Hintergründe

Mit der Freigabe des USB 1.0 Standards am 15.1.1996 wurde ein erster Schritt in die richtige Richtung getätigt.

Mit immerhin 1,5 Mbit/s, was für einfache E/A-Geräte wie beispielsweise Mäuse, Tastaturen, Telefone, Buröscanner etc. ausreichte, wählte man absichtlich eine Untergrenze, um die Kosten so gering wie möglich zu halten.

Am 23.9.1998 dehnte man diese Kostengrenze mit der Freigabe des USB 1.1. Standards aus, welche eine Geschwindigkeit von 12 Mbit/s ermöglichte und bisherige Fehlerquellen beseitigte,

Mit der USB 2.0 Spezifikation im Jahr 2000 machten die Entwickler einen großen Sprung, da es nun durch die hohe Übertragungsrate von 480 Mbit/s möglich war, Festplatten und Videogeräte anzuschließen, außerdem ist man nun ein Schritt näher an den Konkurrenten FireWire gekommen.

Durch die neue Spezifikation wurden sowohl eine Aufwärts-, als auch eine Abwärtskompatibilität ermöglicht.

Streng gesehen ist USB kein physikalisches Bussystem, denn in einem Bussystem hängen alle Geräte an einer Leitung.

Bei USB ist dies nicht der Fall, vielmehr ähnelt die Topologie einem Stern mit mehreren Zwischenebenen, an deren Spitze der Root-Hub steht (PC)

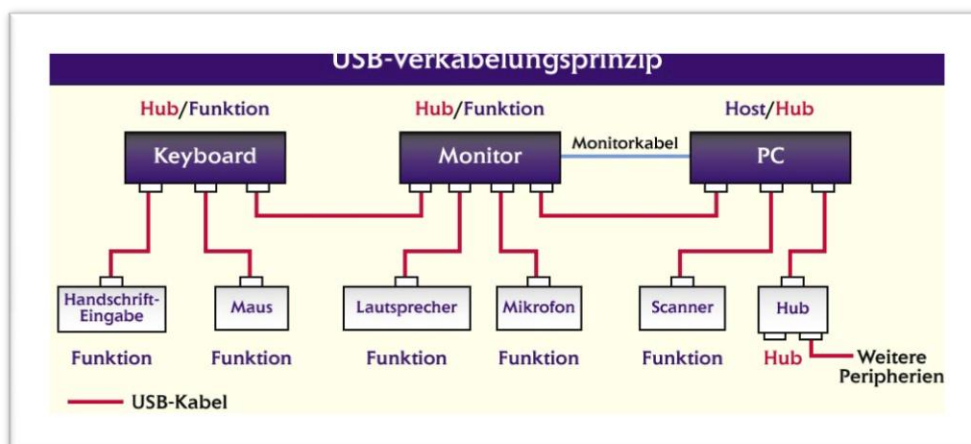


Bild 1: Veranschaulichung der Topologie

Die Verbindung zwischen Host und Peripherie erfolgt über 4-adrige Kabel (USB 1.0 bis USB 2.0)

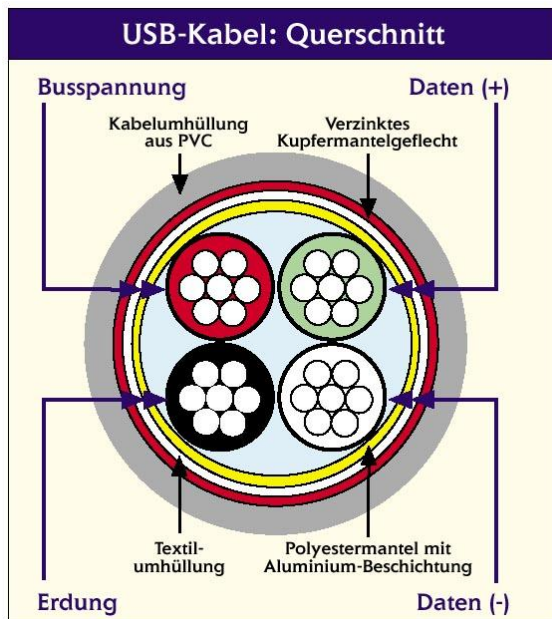


Bild 2: Kabelquerschnitt

Angeschlossene Peripherie wird dabei mit 5 Volt und 500 mA versorgt werden (bus-powered), was aber in manchen Fällen zu Problemen führen kann, da beispielsweise manche Festplatten einen Startstrom benötigen, der bei ca. 1 A liegt und es durch die Unterversorgung zu Problemen kommen kann.

Die Maximale Auslastung liegt bei 127 Geräten, was sich dadurch erklären lässt, dass USB mit einer 7-Bit-Adressierung arbeitet.

Der Adressbereich liegt zwischen 1 und 127, die 0 wird den nicht initialisierten Geräten zugeteilt.

Die Zuweisung erfolgt durch das Betriebssystem, welches zuerst vom Host unterbrochen werden muss, falls es sich um ein neues Gerät handelt und schließlich muss festgestellt werden, um welches Gerät es sich handelt.[1]

Die USB-Spezifikation definiert vier Datenübertragungs-Modi: control, interrupt, bulk und isochron. Der Control-Transfer wird von der USB-Software für Kontrollsignale, bzw. zur Konfiguration nach Anschluss eines neuen Gerätes verwendet. Je nach Gerätetyp steht zusätzlich mindestens ein weiterer Transfer-Modus zur Verfügung:

Der Interrupt-Transfer ist gedacht für unregelmäßige Übertragung kleiner Datenmengen (max. 64 Byte bei high-speed-Geräten, max. 8 Byte bei low-speed-Geräten). Allerdings garantiert das Protokoll, dass die Daten mindestens einmal in einem Geräte-spezifisch definierten Service-Intervall abgeholt werden.

Bei auftretenden Busfehlern wird die Übertragung im nächsten Intervall wiederholt. Typischerweise arbeiten z.B. Maus oder Keyboard im Interrupt-Modus.

Der Bulk-Transfer wird vor allem von Geräten genutzt, welche große, jedoch zeit-unkritische Datenmengen zu übertragen haben. In diesem Modus garantiert das Protokoll zwar den Transport der Daten, sobald entsprechende Bandbreiten vorhanden sind, aber es gibt weder ein maximales Service-Intervall, noch feste Datenraten. Ist momentan keine ausreichende Bandbreite verfügbar, muss das Gerät die Anfrage zu einem späteren Zeitpunkt wiederholen. Bei Busfehlern muss ebenso wie im Interrupt-Modus eine erneute Übertragung versucht werden. Kandidaten für Bulk-Transfers sind u.a. Scanner oder Drucker.

Der Isochron-Transfer erlaubt im Gegensatz zu den beiden anderen Modi nicht nur die Garantie fester Übertragungsraten, sondern auch einer maximalen Latenzzeit. Bereits bei Geräteanschluss prüft der Host, ob die vom Gerät geforderte Bandbreite zugeteilt werden kann.

Sollte dies nicht der Fall sein, werden jedoch keine bestehenden Pipes beendet und die Anfrage muss wiederholt werden.

Keine Wiederholung gibt es dagegen natürlich bei nicht korrekt übertragenen Daten.

Eine solche nachträgliche Fehlerkorrektur wäre bei den typischen Anwendungen des Isochron-Modus, d.h. Echtzeit-Übertragungen z.B. von Sprache, wenig sinnvoll. [7]

Der Datentransfer erfolgt in Paketen von maximal 1,5 KB. Dabei unterliegen lediglich Header und Datenende bestimmten Protokoll-Bestimmungen. Daten dazwischen werden unabhängig vom Inhalt übertragen.

Die Abfrage nach neuen Daten erfolgt in regelmäßigen Abständen von ca. 1 ms und wird nur vom Host getätigt, dieses Verfahren wird auch polling genannt. [1]

2.1.2 USB On-the-go

Die Verabschiedung der OTG-Spezifikation erfolgte am 18.12.2001.

Dadurch ist es Möglich, dass USB Geräte kommunizieren, ohne das ein Computer als Host fungiert, jedoch entsteht zwischen den Geräten nur eine eingeschränkte Peer-to-Peer Verbindung, die sich auf bestimmte Aufgaben beschränkt.

2.1.3. USB 3.0

Die vom 13 November 2008 vorgestellte Spezifikation für den neuen USB-Standard soll es ermöglichen, Daten mit einer Geschwindigkeit von bis zu 5 Gbit/s auszutauschen.

Erreicht werden soll dies durch überarbeitete Kabelverbindungen, die anstatt zwei Aderpaare, vier Paare vorsehen.

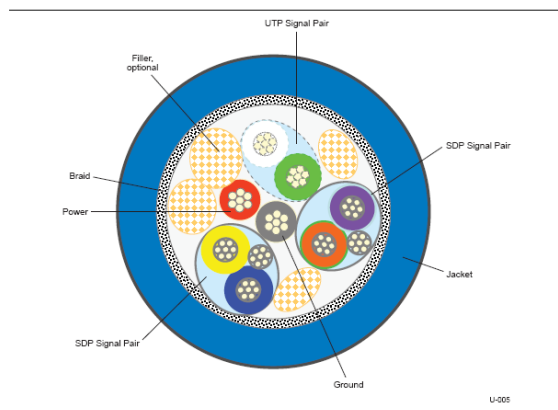


Figure 5-15. Illustration of a USB 3.0 Cable Cross-Section

Bild 3: Querschnitt eines USB 3.0 Kabels

Eine Ausnutzung der vollen Bandbreite ist dadurch Möglich, dass jedes Ader in der Lage ist gleichzeitig Daten zu empfangen oder zu senden.

Dadurch ist man in der Lage Rechenzeit, Strom und Bandbreite zu sparen, da man beim neuen USB-Standard auf das Polling verzichten kann.

Realisiert wird das dadurch, dass der Host nicht mehr ständig alle Geräte abfragen muss, denn es ist jetzt möglich, dass USB 3.0 Geräte ein Statussignal senden, was dem Host die Aktivität mitteilt.

2.1.4 Wireless USB (WUSB)

Der WUSB Standard soll die Möglichkeiten von USB nutzen und diese mit den Vorteilen von Funktechnik koppeln.

Auf einer Ultrabreitbandtechnik basierend, soll WUSB zwischen den Bereichen 6 bis 8,5 GHz in Deutschland arbeiten, was jedoch ein Problem darstellt, da das von der Bundesnetzagentur vorgesehene Bereich nicht so breit ist, wie der spezifizierte Bereich, der zwischen 3,1 GHz und 10,6 GHz liegt.

Es besteht die Möglichkeit, dass es zu Kompatibilitätsproblemen kommen kann, da Geräte aus den USA zum Beispiel auf anderen Frequenzen arbeiten. [4]

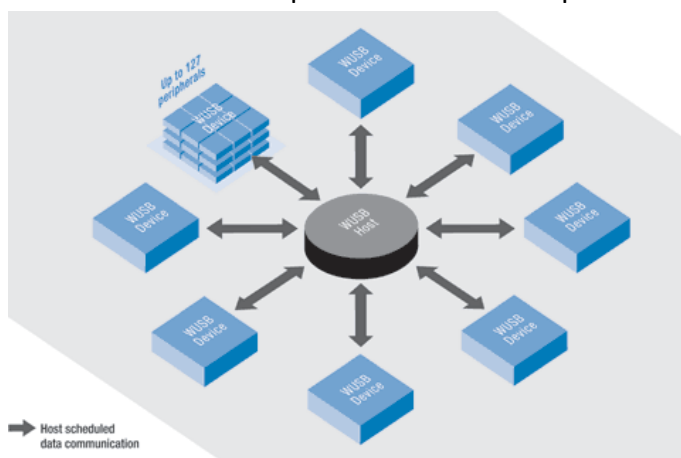


Bild 4: Abbildung der WUSB-Topologie.

WUSB ist für kleinere Räume ausgelegt, wie zum Beispiel Büros, Wohnräume etc. Vorgesehen sind kleinere Reichweiten bis 10 m, auf der Daten noch mit einer Geschwindigkeit von 110 Mbit/s übertragen werden können und bis 3 m sollen noch 480 Mbit/s möglich sein. [5]

2.2 FireWire

Ob nun Lynx von Texas Instruments, iLink von Sony oder FireWire von Apple.

Alle bezeichnen ein und die gleiche Schnittstelle, IEEE 1394, welche vor allem im Audio- und Video Bereich große Bedeutung erlangt hat.

2.2.1 Die Technik hinter IEEE 1394

Mit dem Industriestandard IEEE 1394 wurde ein Konzept für eine serielle Schnittstelle entworfen, mit der es möglich sein sollte, Daten in Echtzeit zu übertragen.

Genau wie USB ist FireWire sowohl Plug & Play, als auch hot plug fähig, das bedeutet, dass Geräte bei aktivem Bus installiert bzw. deinstalliert werden können.

Eine weitere Gemeinsamkeit mit USB ist die Fähigkeit Peripherie mit Spannung zu versorgen. Jedoch arbeitet FireWire mit 1,5 A und einer Spannung von 8 bis 40 V (DC), was für die Versorgung der Peripherie wesentlich unproblematischer ist, so wie es bei USB der Fall ist.

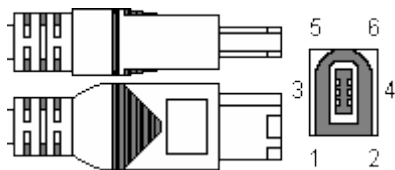


Bild 5: 6-poliger FireWire-Stecker

1.Spannung 2.Masse 3.TPB- 4. TPB+ 5 TPA- 6. TPA+ (Daten)

Im Gegensatz zu USB 1.0 und 2.0 besitzt die herkömmliche FireWire-Schnittstelle 6 Adern zur Anbindung an Peripherie, einzige Ausnahme bildet iLink von Sony.

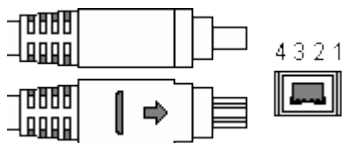


Bild 6: 4-poliger iLink-Stecker

1.TPB- 2. TPB+ 3. TPA- 4. TPA+ (Daten)

Dabei wird auf die Stromversorgung verzichtet und die Größe wurde reduziert, um iLink platzsparender in Geräten unterzubringen.

Anders USB 2.0 benötigt FireWire zwangsläufig keinen Computer als Host, alle Geräte werden gleichberechtigt behandelt.

In dieser Peer-to-Peer genannten Verbindung besitzt jedes Gerät die Voraussetzung als Host zu fungieren

Die Geräteadressierung mit 64 Bit, automatisch und gestattet die Adressierung von 63 Geräten.[5]

Es ist möglich 17 Geräte in Reihe zu schalten, die pro Verbindung einen maximalabstand von 4,5 m haben dürfen.

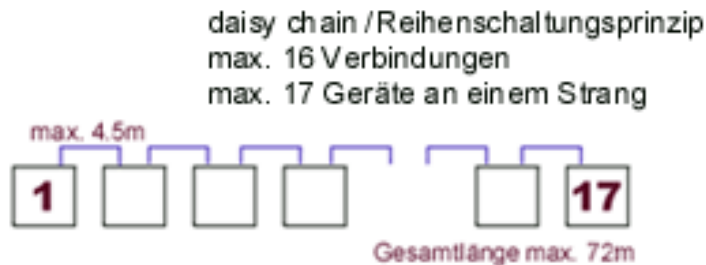


Bild 7: Reihenschaltung von FireWire-Geräten

Reihenschaltungen lassen sich zudem mit Repeatern erweitern, um somit eine Baumstruktur zu realisieren.

Diese Erlaubt den Anschluss von insgesamt 63 Geräten.

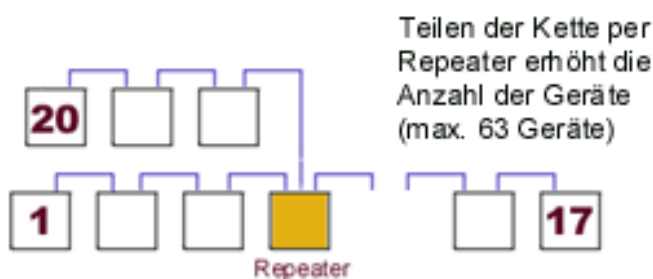


Bild 8: Baumstruktur durch Repeater

Der paketorientierte Datentransfer erfolgt isochron mit entweder 100, 200 oder 400 Mbit/s gemäß IEEE 1394a bzw mit 800 Mbit/s gemäß IEEE 1394b.

Wesentliche Unterschiede zwischen IEEE 1394a und IEEE 1394b sind, wie bei USB 2.0 und 3.0 die Kabelverbindungen.

Auch bei IEEE 1394b setzt man auf 9-polige Kabel

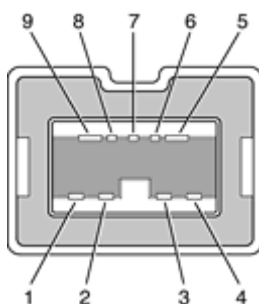


Bild 9: Steckverbindung gemäß IEEE 1394b

1. TPB- 2.TPB 3. TPA- 4.TPA+ 5. Ummantelung A 6. Masse 7.ohne Funktion 8 - Power (30 Volt) 9.Ummantelung B

Außerdem ist es Möglich auf alternative Kabelmaterialien wie Beispielsweise Glasfaser zu setzen.

Wie USB 3.0 ist IEEE 1394b ebenfalls abwärtskompatibel, gewährleistet wird dies durch spezielle Chips.[8]

Durch das Open Host Controller Interface (OHCI), der die Kommunikation vom Computer und FireWire-Gerät ermöglicht, ist es möglich, den Hauptspeicher auszulesen und zu überschreiben, ohne jegliche Softwareunterstützung des Rechners.

Dadurch ist es theoretisch Möglich weitgehende Kontrolle über einen Computer zu erlangen, was ein erhebliches Sicherheitsproblem darstellt. [7]

2.2.2 Wireless FireWire

Spezifiziert im Jahr 2004 soll "IEEE 1394 over IEEE 802.15.3", so lautet die offizielle Bezeichnung, Multimediageräte drahtlos miteinander verbinden.

Des Weiteren sollen sich bestehende FireWire-Geräte problemlos über Bridges integrieren lassen.

Realisiert wird die Technik indem man Gebrauch vom Protocol Adaption Layer macht, das es ermöglicht FireWire über den IEEE 802.15.3 Standard zu betreiben. [6]

Bei IEEE 802.15.3 handelt es sich um eine Norm für Wireless Personal Area Networks, einer Kurzstrecken Funktechnik, die Übertragungsraten von mehr als 20 Mbit/s und einen möglichst geringen Energieverbrauch vorsieht. [9]

2.3 Integrationen in Betriebssysteme.

2.3.1. Microsoft Dos und Windows

Microsoft DOS unterstützte USB von Haus aus nicht. USB-Tastaturen und USB-Massenspeicher sind über die Legacy-Emulation vieler moderner PC-BIOSe dennoch verwendbar, aber meist nicht Hot-plug-fähig.

Mit dem OEM-Service Release 2.1 für Windows 95 wurde eine rudimentäre Unterstützung von USB 1.0 integriert, die jedoch als fehleranfällig gilt.

Unterstützung von USB 1.0 und 1.1 erfolgte ab Windows 98 SE, USB 2.0 war abhängig von Chipsatzhersteller, gleiches gilt für Windows Me.

Keinerlei USB-Unterstützung bietet auch Windows NT, jedoch wurden von Drittherstellern Systemerweiterungen angeboten.

Microsoft Windows 2000 (SP4), XP (mit Patch oder „Service Pack 1“), Microsoft Windows Server 2003, Windows Server 2008 oder Vista unterstützen USB 1.1 und USB 2.0 vollständig.

2.3.2. MacOS

Die Unterstützung für USB 1.1 erfolgte ab Version 8.1, bis Version 8.5 wurde der Umfang an Klassentreibern deutlich erweitert.

Seit Mac OS 8.5 werden die meisten Geräteklassen unterstützt.

Mac OS X unterstützt in allen Versionen USB 1.1 und ab Version 10.2.8 auch USB 2.0.

2.3.3. Linux

Seit Version 2.2. des Linux-Kernels wird die Unterstützung für USB-Controller ermöglicht, ab Version 2.4 sind Treiber für gängige USB-Endgeräte integriert worden.

Es existieren sogenannte Gadget-Treiber, damit kann ein Linux-basiertes System, das an einem USB-Host angeschlossen wird selbst als USB-Gerät erscheinen, z. B. als Massenspeicher, Netzwerkkarte oder serielle Schnittstelle. [9]

3. Die Köpfe dahinter

3.1. USB-IF, das USB-Implementors Forum

USB-IF ist eine non-Profit Vereinigung, die durch die Mitglieder gegründet wurde, die an der ersten USB Spezifikation gearbeitet haben.

Das Ziel von USB-IF ist als Organisation zur Unterstützung zu wirken und als Forum für die Entwicklung der USB Technologie zur Verfügung zu stehen.

Zu den wichtigsten Aufgaben des Forums zählen:

- *Leitung von Marketing Programmen*
- *Veröffentlichung von Werbematerial und Papers*
- *Organisation der USB Developer Conference*
- *Workshops*
- *Betrieb von www.usb.org, der Internet-Plattform von USB-IF*

Zu den Arbeitsgruppen zählen

- *Device Working Group*
- *Compliance Committee*
- *Marketing Committee*
- *On-The-Go Working Group [10]*

3.2. 1394 Trade Association

Die IEEE 1394 Trade Association ist eine non-Profit Vereinigung von Herstellern und Entwicklern, die im Jahr 1994 gegründet wurde.

Zu den Mitgliedern gehören u.a. Adaptec, AMD, Intel, Microsoft, Yamaha, Sony, JVC, Creative Labs, HP (Hewlett Packard), National Instruments und TI (Texas Instruments).

Im Vordergrund der 1394 TA steht vor Allem die Entwicklung und Erweiterung des IEEE 1394 Standards aber auch das Abhalten regelmäßiger Konferenzen, die Organisation von Entwicklerevents und die Veröffentlichung von Werbung sind wichtige Punkte. [11]

4. Ausblick

Der kommende Standard USB 3.0 und die kabellosen Ableger WUSB und Wireless FireWire scheinen ein guter Schritt in die richtige Richtung zu sein.

Mit größeren Datenmengen und der Verbesserung der Computerleistung steigen auch die Ansprüche an entsprechende Verbindungen, die den Datenaustausch ermöglichen.

Hält USB 3.0 was es verspricht, nämlich SuperSpeed mit 5 Gbit/s, dann dürfte man diesen Ansprüchen mit Sicherheit gerecht werden.

Doch gibt es ja den einen oder anderen Flaschenhals, wie langsame oder Einschränkungen bei der Datenübertragung.

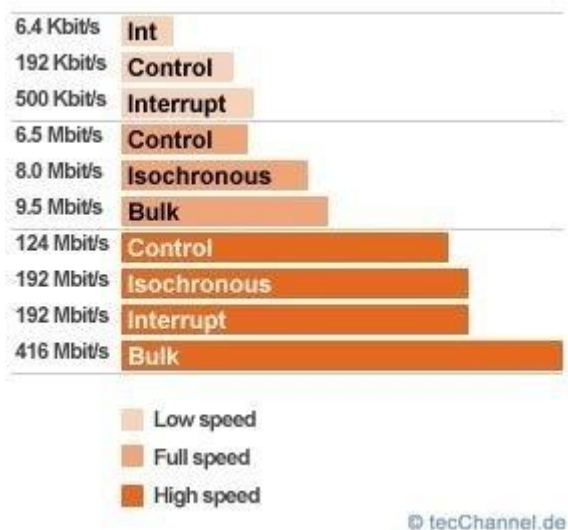


Bild 10: Datentransferraten von USB 2.0

Es wird deutlich, dass selbst bei High Speed nicht der maximale Wert erreicht wird mit dem USB 2.0 beworben wird, nämlich 480 Mbit/s.

Das lässt sich auf sogenannte Overheads zurückführen, der bei jedem Datentransfer bei USB 2.0 auftritt, da neben den Nutzdaten auch Steuersignale versendet werden und die tatsächliche Bandbreite dadurch begrenzt wird.

Ein anderer Punkt bezüglich USB 3.0 der ein Kostenpunkt darstellt, ist die Verwendung teurer Glasfasertechnik

Es bleibt abzuwarten wie sich die Technik entwickelt und wie Entwickler gegen dieses Problem vorgehen.

Ein anderer Punkt bezüglich USB 3.0 der ein Kostenpunkt darstellt, ist die geplante Verwendung teurer Glasfasertechnik, um die volle Geschwindigkeit ausschöpfen zu können.

[12]

Bei Wireless USB und Wireless FireWire sind die Anforderungen sehr hoch.

Zum einen gilt es einen Standard zu entwickeln, der sicher und benutzerfreundlich ist und zum anderen der für die breite Masse erschwinglich ist.

Da es sich um Ultrabreitband-Technik handelt ist darauf zu achten, dass es nicht zu verheerenden Interferenzen kommt oder sich Geräte nicht gegenseitig behindern, was zurzeit noch ein kleines Problem ist.

Ein anderer Punkt ist die Stromversorgung, stellt man doch ein beide Standards strenge Forderungen was den Stromverbrauch angeht.

Schließlich beabsichtigt man ja mit WUSB und Wireless FireWire unnötigen Kabelsalat zu verbannen.

Bleibt also die Frage, wie kostengünstig und effizient man das Problem der Stromversorgung angeht.

Es wird mit Sicherheit noch einige Zeit dauern bis USB 3.0, WUSB und Wireless FireWire für den Endverbraucher auch wirklich erschwinglich sind und die Technik so ausgereift ist, dass sie auch Einzug in unsere Wohnzimmer nehmen kann aber mit Sicherheit werden die Standards nicht wieder einfach von der Bildfläche verschwinden.

5. Zusammenfassung

Mit der Entwicklung der Standards für USB und FireWire hat man einfach zu installierendes und zu konfigurierendes Plug & Play System entwickelt, welche dem einfachen Computerbenutzer wertvolle Zeit und Geld ersparen konnten, ohne das man selber Hand an den eigenen Computer legen musste oder irgendwelche komplizierten Handgriffe notwendig waren.

Mit dem Aufkommen von kabelloser Technologie und der Möglichkeit USB auch ohne Computer nutzen zu können, haben sich für beide Standards auch neue Räume erschlossen. So ist es zum Beispiel möglich seinen iPod an das Autoradio zu stöpseln oder die Digicam direkt an den Drucker anzuschließen

Wie es scheint sind beiden Standards keine Grenzen gesetzt und es erschließen sich immer mehr Möglichkeiten.

Es gilt zwar noch das ein oder andere Problem zu beseitigen aber mit Sicherheit dürfte das kein Hindernis sein.

Das werden sich Intel und Co. 1993 mit Sicherheit auch gesagt haben.

6. Referenzen

Bilder

- Bild 1: <http://graphics.cs.uni-sb.de/Courses/ws9900/cg-seminar/Ausarbeitung/Johanna.Voelker/usbNetz1.jpg>
- Bild 2: <http://graphics.cs.uni-sb.de/Courses/ws9900/cg-seminar/Ausarbeitung/Johanna.Voelker/usbKabel.jpg>
- Bild 3:
- Bild 4: http://share.psu.ac.th/file/siripong.s/WUSB_Host.gif
- Bild 5: <http://iwenzo.de/wiki/images/d/d7/Firewire6-anschluss.gif>
- Bild 6: <http://iwenzo.de/wiki/images/5/50/Firewire-stecker.gif>
- Bild 7: <http://www.firewire-infos.de/images/daisychain.gif>
- Bild 8: http://www.firewire-infos.de/images/daisychain_repeater.gif
- Bild 9: <http://iwenzo.de/wiki/images/e/e3/Firewire-9pol.gif>
- Bild10: http://images.tecchannel.de/images/tecchannel/bdb/328954/5F0A7A3383A6F8B0045EB21C3BB370CA_1000x700.jpg

Literatur:

- [1] Andrew S. Tanenbaum – Computerarchitektur
S. 236 bis 239
- [2] <http://www.movie-college.de/filmschule/kamera/firewire.htm>
Z.9 -14
- [3] <http://www.movie-college.de/filmschule/kamera/firewire.htm>
Z.22 - 39
- [5] <http://de.wikipedia.org/wiki/USB>
- [6] <http://de.wikipedia.org/wiki/FireWire>
- [7] USB Spezifikation s.21
- [8] <http://www.firewire-infos.de/index.php#02000>
Z.11
- [9] <http://de.wikipedia.org/wiki/802.15>
- [10] <http://www.usb.org/about>
- [11] <http://www.1394ta.org/about/WhatWeDo.html>
- [12] <http://www.golem.de/0709/54859.html>