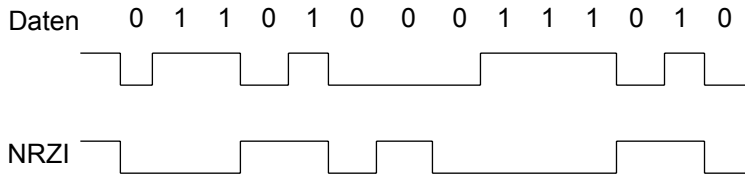


NRZI-Codierung *(Ersetzt alte Version der Folie!)*



- Bei jeder Null Paritätswechsel generiert
- Bei Eins bleibt Polarität unverändert
- Nach sechs aufeinanderfolgenden Einsen zusätzliche Null eingefügt (*bit stuffing*)
- Bei USB komplett in Hardware realisiert

5. Digitale Schnittstellen und Vernetzung im Überblick

5.1 Schnittstellen für Computerperipherie

speziell: USB, FireWire

5.2 Drahtgebundene Netztechnologien

z.B. Ethernet, ATM

5.3 Drahtlose Netztechnologien

Literatur:

Don Anderson (MindShare), Universal Serial Bus System Architecture, 2nd ed., Addison-Wesley 2001

zu FireWire: Messmer/Dembowski: PC-Hardwarebuch Kapitel 33

Don Anderson (MindShare), FireWire System Architecture, Addison-Wesley 1999

<http://??>

USB: Deskriptoren

- Jedes USB-Gerät enthält eine Reihe von Deskriptoren, die durch die Treiber-Software ausgelesen und interpretiert werden:
 - Device Descriptor
 - » Geräteklasse, Hersteller, Anzahl möglicher Konfigurationen
 - Configuration Descriptors
 - » Verschiedene Alternativkonfigurationen (Interfaces)
 - Interface Descriptors
 - » Je Interface: Anzahl der Endpunkte, spezifische Attribute
 - Endpoint Descriptors
 - » Je Endpunkt: Transfertyp, Richtung, Bandbreite, Abfragefrequenz, ...
 - String Descriptors
 - » Textanzeigen
 - Class-Specific Descriptors
 - » je nach Geräteklasse

USB: Geräteklassen

- USB definiert Standardschnittstellen für die wichtigsten Geräteklassen
 - Erlaubt damit die Verwendung standardisierter Treiber
- Audio Class
- Communications Device Class
- Content Security
- Human Interface Device Class
- Image Device Class
- IrDA Class (Infrarot-Schnittstelle)
- Mass Storage Device Class
- Display Device Class (Monitor-Konfiguration)
- Physical Interface Class (z.B. Force Feedback)
- Power Device Class
- Printing Device Class

USB: Geräteklasse "Mass Storage Device"

- Zur Steuerung der Zugriffe wird der bewährte "SCSI-2"-Befehlssatz verwendet
 - SCSI = Small Computer Systems Interface
 - ANSI-Standard X3.131
 - ursprünglich ein eigener physikalischer Schnittstellen-Standard)
- Beispiel für eine Geräteklasse mit vielen Unterklassen:
- General Mass Storage Subclass (Wechselmedien)
 - Floppy Disk, Magneto-Optical, Zip, ...
- CD-ROM Subclass
- Tape Subclass
- Solid State Subclass

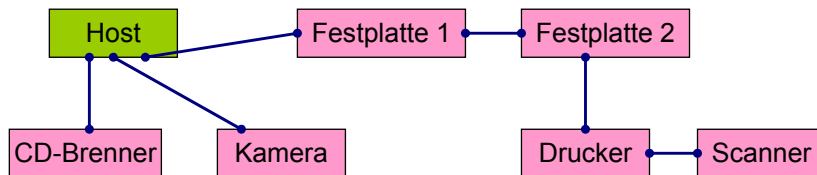
FireWire



- Serielle Hochgeschwindigkeits-Schnittstelle
 - Implementierung von IEEE-Standard 1394 (1987), aktuell 1394b (1999)
 - Realisiert als Apple NuBus90, nicht weiterverfolgt
 - 1994: *1394 Trade Organisation* (Computer- und Audio-/Video-Technikfirmen)
 - Heutzutage in allen Apple-Geräten, vielen PCs und in fast allen digitalen Videokameras
 - » Sony-Name für FireWire: *i.Link*
- Datenübertragungsraten:
 - 100, 200 MBit/s (unüblich)
 - 400 MBit/s (weit verbreitet)
 - » Vergleich: USB 2.0 High-Speed 480 MBit/s
 - » Vergleich: Fast Ethernet 100 MBit/s
 - 800 MBit/s (aktueller Stand der Technik 2003, "FireWire-800")
 - Standardisiert aber noch nicht in Produktreife:
1,6 GBit/s und 3,2 GBit/s
 - Siehe auch: <http://www.1394ta.org>

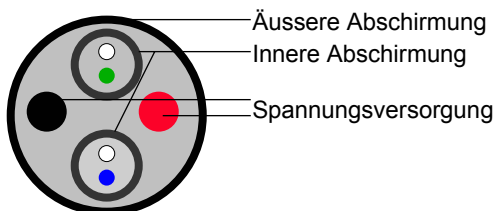
FireWire: Topologie

- Pro Port bis zu 16 Geräte in Hintereinanderschaltung (*daisy chain*)
 - Nicht zulässig aber physikalisch möglich: Kreis!
 - Abstand zwischen Geräten max. 4,5 m
 - Stranglänge insgesamt max. 72 m
- Automatische Adresszuweisung
- Anschliessen/Entfernen im laufenden Betrieb (*hot plugging*)
- Beispiel für mögliche Topologie:

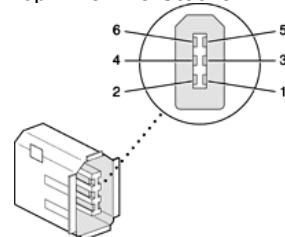


FireWire: Kabel und Stecker

- 6-polig:
 - Spannungsversorgung (8-40 V, bis zu 1,5 A)
 - Erde
 - 2 Paare von verdrehten Datenleitungen (*twisted pair*): Signal und Takt
 - » beide Signalwege differenziell
- 4-polig:
 - ohne Spannungsversorgung, z.B. in manchen Notebooks
- Kabel relativ dünn und flexibel

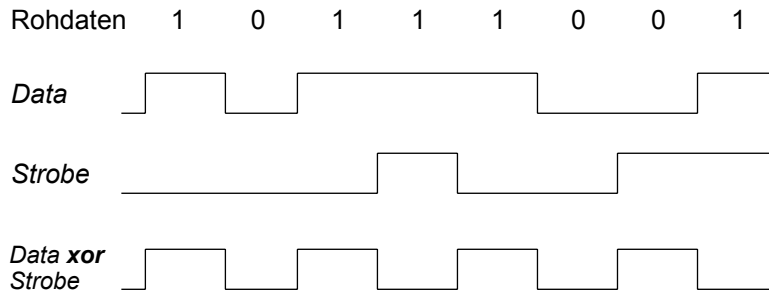


6p. FireWire-Stecker:



FireWire: Datenübertragung

- Datenübertragung immer unidirektional (Halb-Duplex)
- Daten (*data*) werden NRZ- (*non-return-tozero*-)codiert
 - Signalwechsel nur bei Bitwechsel
- Takt (*strobe*) ermöglicht Ableitung eines Rechteck-Taktsignals (durch XOR mit dem Datensignal)




FireWire: Arbitration

- Zwei Verkehrsarten: *asynchron* und *isochron*
- Elektrotechnisch auf dem Bus erkennbar: frei, A->B, B->A
- Knoten müssen die Benutzung des Busses *aushandeln*
- *Asynchrone Arbitration*:
 - Stellt sicher, dass jeder Knoten in fairer Weise Buszugang erhält
- *Isochrone Arbitration*:
 - Stellt sicher, dass jeder Knoten den gewünschten Anteil an der verfügbaren Bandbreite erhält, falls vorhanden
 - Typischerweise 80% für isochronen Verkehr reserviert
- Kombination Asynchron/Isochron:
 - Asynchroner Verkehr benachteiligt, deshalb Möglichkeit von *Prioritäten*

5. Digitale Schnittstellen und Vernetzung im Überblick

5.1 Schnittstellen für Computerperipherie
speziell: USB, FireWire

5.2 Drahtgebundene Netztechnologien 
z.B. Ethernet, ATM

5.3 Drahtlose Netztechnologien

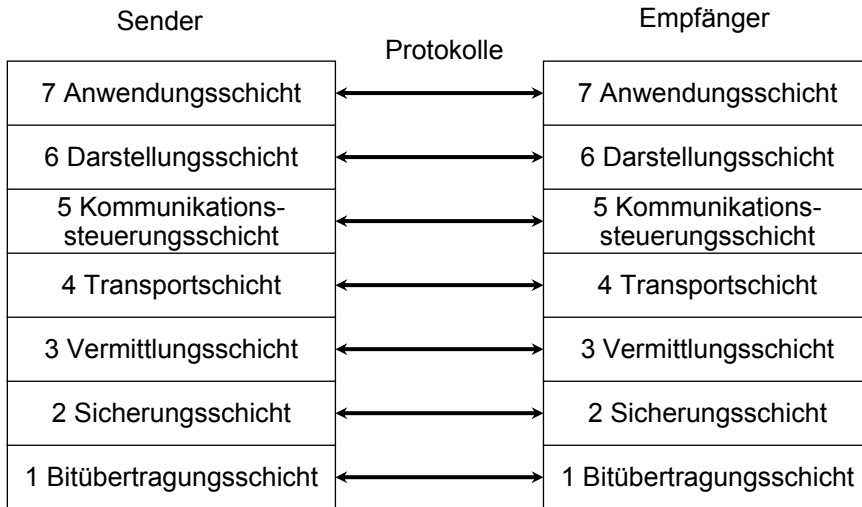
Literatur:

Jörg Rech: Ethernet, Heise 2002

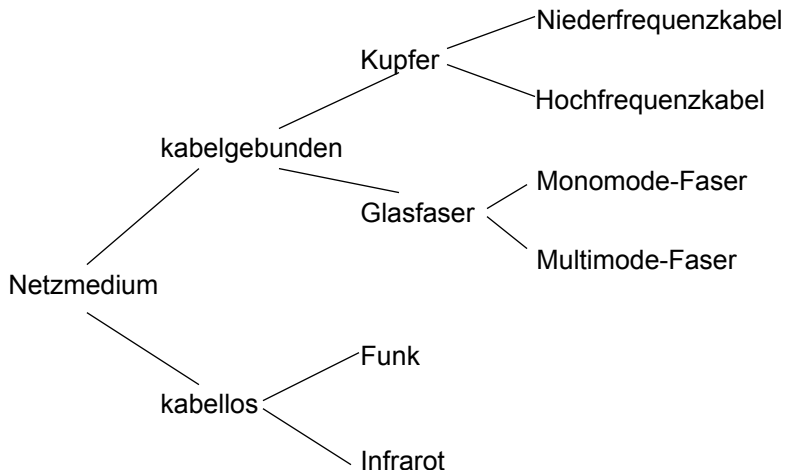
WAN, LAN und andere Datennetze

- *Wide Area Network (WAN)*
 - Weitverkehrsnetz zur Überbrückung grösserer geografischer Entfernungen
 - Meist von eigenen Organisationen (*network provider*) betrieben und kostenpflichtig
 - Beispiele:
 - » öffentliches Telefonnetz mit Datennutzung
 - » Deutsches Wissenschaftsnetz (WiN)
 - » älteres Netz: DATEX-P Netz
- *Local Area Network (LAN)*
 - Vernetzung von relativ nahe zusammen aufgestellten DV-Geräten (z.B. im gleichen Gebäude)
 - Netztechnik oft im Besitz des Anwenders
- Weitere Netzklassen (Beispiele):
 - *Metropolitan Area Network (MAN)* - Stadtnetz
 - *Personal Area Network (PAN)* - Vernetzung des persönlichen Arbeits- oder Wohnbereichs einer Person

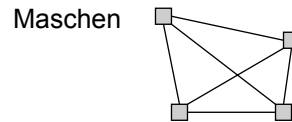
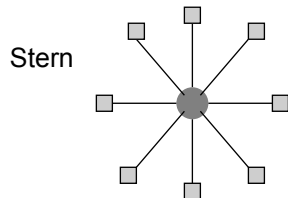
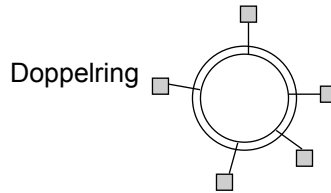
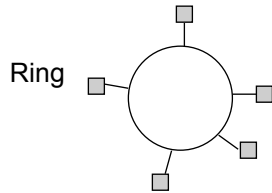
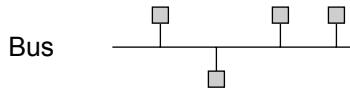
OSI-Sieben-Schichten-Modell



Übersicht der physikalischen Netzmedien



Topologien



Vermittlungsprinzipien

- Verbindungsorientiert:
 - Verbindungen zwischen Endgeräten werden gezielt aufgebaut und bleiben bis zum Abbau bestehen
 - Beispiel: Telefonnetz
 - Vorteil: Gut vorhersagbare Dienstgüte
 - Nachteil: Für Datennetze oft schlechte Ressourcennutzung
- Paketorientiert:
 - Einzelne Datenpakete werden adressiert und an den Empfänger zugestellt
 - Beispiel: Ethernet
 - Vorteil: Gute Ausnutzung von Ressourcen bei schwankendem Ressourcenbedarf der Teilnehmer
 - Nachteil: Schlecht vorhersagbare Dienstgüte
 - » z.B. bei Audio- und Videoströmen nachteilig

LAN: Ethernet

- Geschichte:
 - Aloha-Funknetzwerk (Univ. of Hawaii)
 - Robert Metcalfe, Xerox, Anfang 70er Jahre: Druckeranschluss, 2.94 Mbit/s
 - Kernalgorithmus patentiert (Xerox) als *Multipoint Data Communication System with Collision Detection*
 - 1979, DEC/Intel/Xerox: 10 Mbit-Ethernet
 - 1985 von der IEEE definiert: Standard 802.3
- Erste Version: 10 Mbit/s, Koaxialkabel (*Yellow Cable*), Bustopologie
- Weiterentwicklungen:
 - andere Kabel: Twisted Pair, Glasfaser
 - andere Geschwindigkeiten: 100 Mbit/s, 1 Gbit/s, 10 Gbit/s
 - andere Topologien: Stern

Ethernet: CSMA/CD

- *Carrier Sence Multiple Access with Collision Detection*
- Viele Stationen nutzen ein gemeinsames Medium
- Jede Station "horcht", ob Medium frei ist
 - Falls ja, wird Übertragungsversuch gemacht
- Durch Mithören auf dem medium erkennt sendende Station Kollisionen
 - d.h. zweite Station hat gleichzeitig gesendet
 - Falls Kollision, neuer Versuch nach zufällig bestimmter Wartezeit
- Effekt:
 - klassisches Ethernet erreicht gute Leistung nur bei einer Teilauslastung (effektiv niedrigere Datenraten nutzbar)

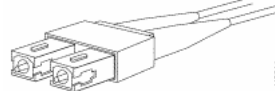
Ethernet-Standards (Auswahl)

- 10 MBit/s:
 - 10Base5: Koaxialkabel
 - 10BaseT: Ungeschirmte gedrillte Leitungspaare (*Unshielded Twisted Pair, UTP*), 100 Ohm Impedanz, Kabelkategorie 3, vier Adernpaare
- 100 MBit/s:
 - 100Base-TX: UTP-Kabel Kategorie 5
 - 100base-FX: Glasfaser
- 1 GBit/s:
 - 1000Base-SX: Multimode-Glasfaser, bis zu 550 m
 - 1000Base-SX: dito, bis zu 5000 m
 - 1000Base-T: UTP-Kabel Kategorie 5
- 10 GBit/s:
 - z.B. 10GBASE-LX4: Glasfaser (Multimode und Monomode), Wavelength Division Multiplexing (WDM)

Figure B-1: 100BaseTX Port Connector



Figure B-3: 100BaseFX SC Connector



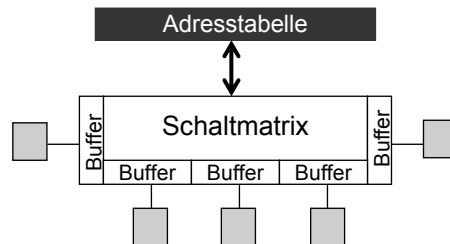
Netzwerkkarten

- Physikalische Schnittstellen
- Datenübertragung
 - Direct Memory Access (DM)
- Eigener Speicher
- Channel Bundling
- Realisierung höherer Protokollfunktionen
 - z.B. Prüfsummenberechnung
- Adressierung:
 - Media Acces Control (MAC)
 - Jedes Ethernet-gerät hat eine weltweit eindeutige Adresse (6 Byte)
 - IEEE Standardisierungsorganisation vergibt "Pools" von Adressen an Hersteller



Switching

- Hochleistungsfähige Schaltmatrizen erlauben den Übergang von "Shared Medium" zu direkt geschalteten Punkt-zu-Punkt-Verbindungen
 - Schaltung anhand der Zieladressen von Datenpaketen
 - Volle Bandbreite der jeweiligen Technologie an jedem Port verfügbar
- Cut-Through-Switching:
 - Schnelles Durchschalten nur aufgrund einer Teilinformation (Adressen)
- Store-And-Forward-Switching:
 - Langsamer durch Abspeichern und Analysieren des ganzen Pakets
 - Möglichkeit, höhere Protokollebenen mit zu berücksichtigen



Weitere LAN-Technologien

- Token Ring (IBM, 1985)
 - Token-Passing-Verfahren
 - 4 oder 16 Mbit/s
 - durch Ethernet verdrängt
- Fibre Distributed Date Interface FDDI (ANSI 1989)
 - speziell für Glasfaser
 - 100 Mbit/s
 - gedacht als *backbone* grösserer LANs
 - durch Ethernet verdrängt

Asynchronous Transfer Mode (ATM)

- Alternative physikalische Netztechnologie
- Kann in LAN und WAN angewendet werden
 - Ursprüngliche Idee: Sollte ISDN ersetzen ("Breitband-ISDN")
 - Verbindungsorientiert mit paketorientierten Zusatzdiensten
- Basiert auf 53 Byte langen "Zellen"
- Hochgezüchtete Hardware-Unterstützung
 - schnelle Schaltmatrizen hoher Leistung
 - skalierbar in hohe Bandbreiten
- Hervorragende Unterstützung von Dienstgüte:
 - verschiedene Dienstgüteklassen fest definiert
 - Netz kann Dienstgütezusagen geben
- Nachteile:
 - Hohe Hardwarekosten
 - Zusatznutzen schlecht kompatibel mit TCP/IP-basierten Anwendungen
 - Heutzutage nur für Spezialanwendungen

Internet Protocol

- Verbreitetste Hierarchie von Protokollen basiert auf IP (Internet Protocol)
 - Legt grundlegendes Paketformat ("Datagramme") und Adressierung fest
 - Funktioniert über verschiedensten unterliegenden physikalischen Netztechnologien
- Auf Transportschicht verschiedene Verfahren:
 - TCP (Transmission Control Protocol)
 - » Gesicherte Übertragung
 - » Ggf. Wiederholung verlorengangener Pakete
 - UDP (Universal Datagram Protocol)
 - » Ungesicherte Übertragung
 - » Pakete können verloren gehen
 - Ergänzung von UDP für Realzeit-basierte Übertragung:
 - » RTP (Real-Time Transport Protocol)
 - » Synchronisation anhand von Zeitstempeln
 - » z.B. für Audio- und Video-Ströme