

# 3. Film- und Videotechnik und digitale Videobearbeitung

ONLINE ONLY

3.1 Film- und Kinotechnik analog

3.2 Film- und Kinotechnik digital

3.3 TV- und Videotechnik analog und digital

3.4 Produktion und Gestaltung von Videomaterial

3.5 Montage, Schnitt und Nachbearbeitung

3.6 Schnittstellen zur Übertragung von Videodaten 

Literatur:

Ulrich Schmidt: Digitale Film- und Videotechnik, 3. Auflage, Hanser 2010

Ulrich Schmidt: Professionelle Videotechnik, Springer Vieweg,  
6. Auflage 2013 (€100!)

Johannes Webers: Handbuch der Film- und Videotechnik, 8. Auflage,  
Franzis-Verlag 2007

# Hardware-Schnittstellen

Standard zur Verbindung von Geräten

z.B. Computer und Peripherie

Prinzip 1: Parallele Übertragung

Parallele Datenleitungen unterstützen Wortbreite in Bits

Prinzip 2: Serielle Übertragung

Bits werden in Folge übertragen

Synchrone Übertragung:

Takt- oder Handshake-Information separat auf eigener Leitung übertragen

Asynchrone Übertragung:

Synchronisationsinformation in der Nachricht eingebettet  
(Start- und Stopbits)

# Universal Serial Bus (USB)

Entwickelt durch Industriekonsortium (u.a. Intel)  
verbreitet seit ca. 1995

Inzwischen vier Generationen: 1.0, 1.1, 2.0 und 3.0

Vereinheitlichung von Peripherie-Schnittstellen

Entwurfsziele:

Einheitliche Steckverbinder für alle Endgeräte  
(von der Tastatur bis zum CD-Brenner)

Unterstützung für Vervielfachung von Anschlüssen  
(Baum-Topologie, bis zu 127 Geräte an einem Port)

*"Hot plugging"*:

Ein- und Ausstecken im laufenden Betrieb

Stromversorgung integriert

verschiedene Leistungsklassen

preisgünstig

niedriger Energieverbrauch

# USB: Versionen, Geschwindigkeit

|                     | <b>USB 1.1</b>                                                                      | <b>USB 2.0</b>                                                                       | <b>USB 3.0</b>                                                                               |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| Jahr                | 1996                                                                                | 2000                                                                                 | 2008                                                                                         |
| Bandbreite          | 1,5 Mb/s (low speed)<br>12 Mb/s (full speed)                                        | 1,5 Mb/s (low speed)<br>12 Mb/s (full speed)<br>480 Mb/s (high speed)                | 1,5 Mb/s (low speed)<br>12 Mb/s (full speed)<br>480 Mb/s (high speed)<br>5 Gb/s (SuperSpeed) |
| Stromversorgung     | 100 - 500 mA                                                                        |                                                                                      | 150 - 900 mA                                                                                 |
| maximale Kabellänge | 3m                                                                                  |                                                                                      | nicht spezifiziert,<br>ca. 3m                                                                |
|                     |  |  |         |

# USB 1.1, 2.0 - Leitungen

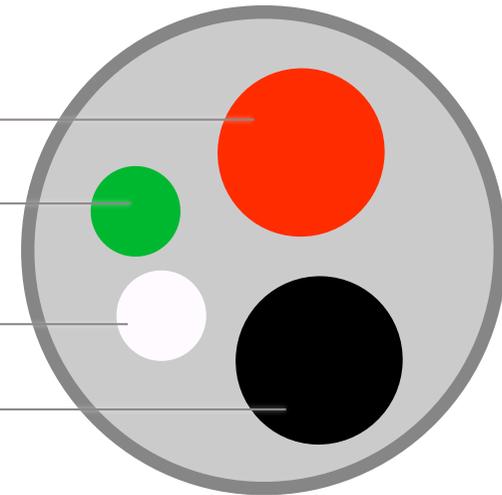
Sehr einfache Belegung:

Pin 1: Busspannung (5 Volt)

Pin 2: D+ (Daten)

Pin 3: D- (Daten)

Pin 4: Erde



Differenzielle Signalleitungen:

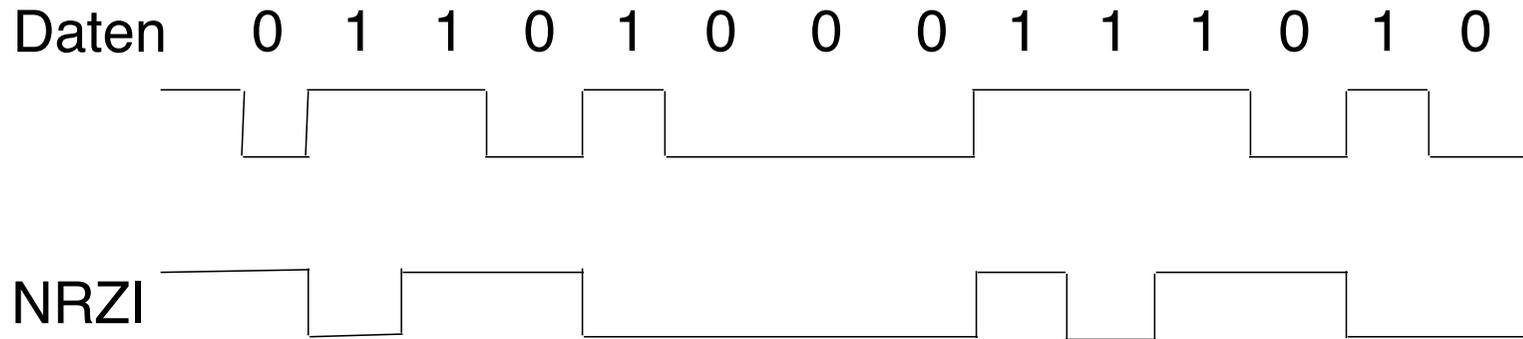
Spannung zwischen D+ und D- (max. 4V)

Logische Eins:  $U(D+ \text{ zu } D-) > 200 \text{ mV}$

Logische Null:  $U(D- \text{ zu } D+) > 200 \text{ mV}$

Takt im Signal durch NRZI-Codierung  
(*Non-return-to-zero-inverted*)

# NRZI-Codierung



Non-return-to-zero inverted

Bei jeder Eins Polaritätswechsel generiert

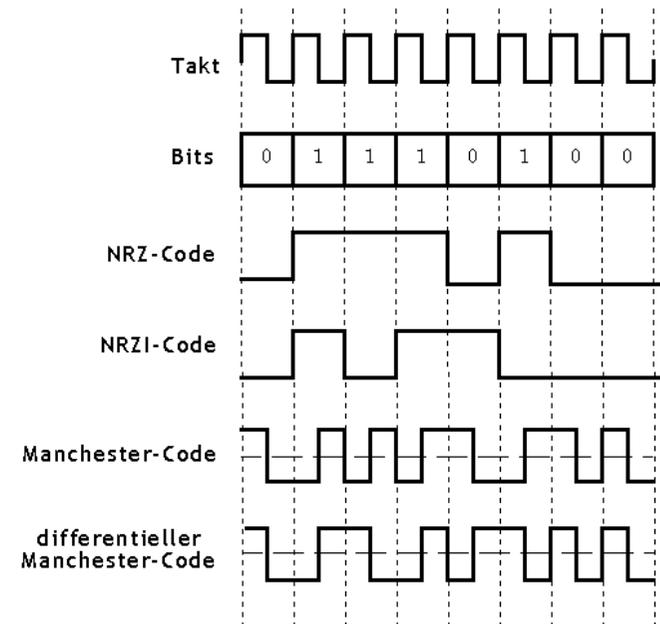
Bei Null bleibt Polarität unverändert

Differentielle Codierung

Nach sechs aufeinanderfolgenden Nullen zusätzlich  
Eins eingefügt (bit stuffing)

Zweck: bessere Ausnutzung der Bandbreite

Bei USB komplett in Hardware realisiert



# USB 1.1, 2.0 - Stecker

USB-A-Stecker/-Buchse für Host

USB-B-Stecker/Buchse für Gerät

kleinere Bauformen für mobile Geräte:

mini-A (selten)

mini-B (große Formenvielfalt)

micro-A/B (flacher,  
ersetzen offiziell mini-A/B)

USB On-The-Go (OTG)

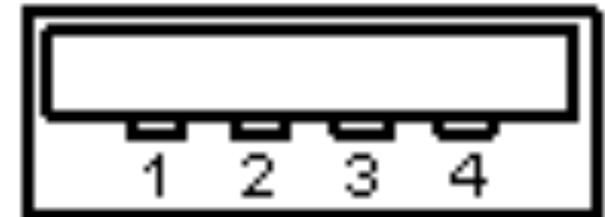
mini-AB / micro-AB

Host- und Device-Anschluss  
in einer 5-Pin-Buchse

Pin 5 im Stecker geerdet  
=> Host-Betrieb



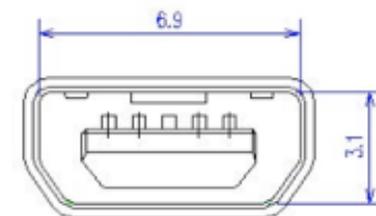
Type B USB connector  
Downstream (Gerät)



Type A USB connector  
Upstream (Host, Hub)



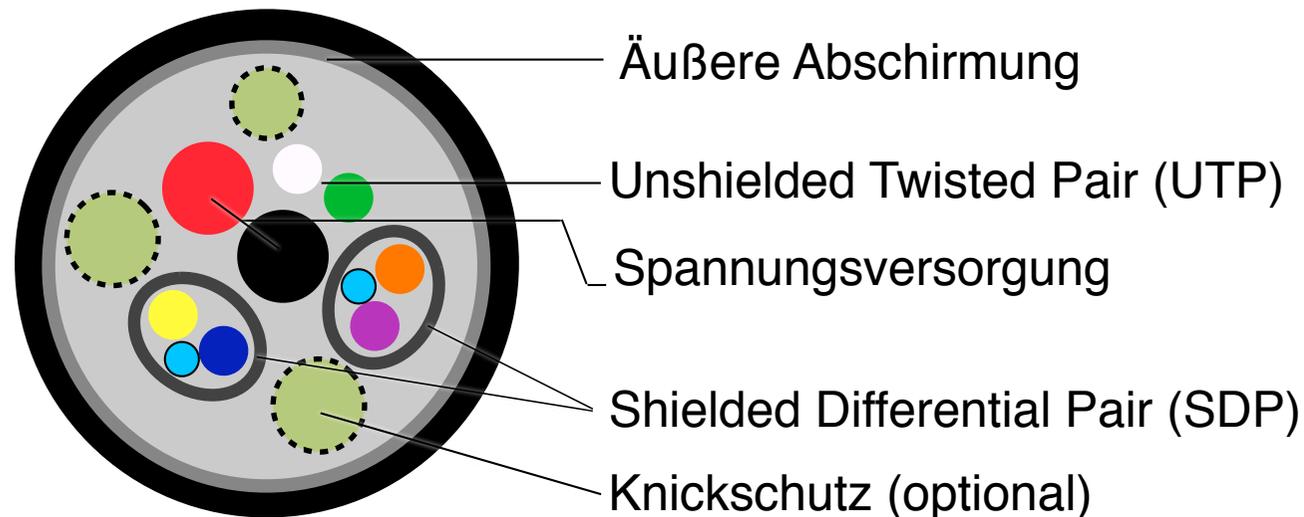
micro-A, micro-B  
USB connectors



mini-AB  
connector

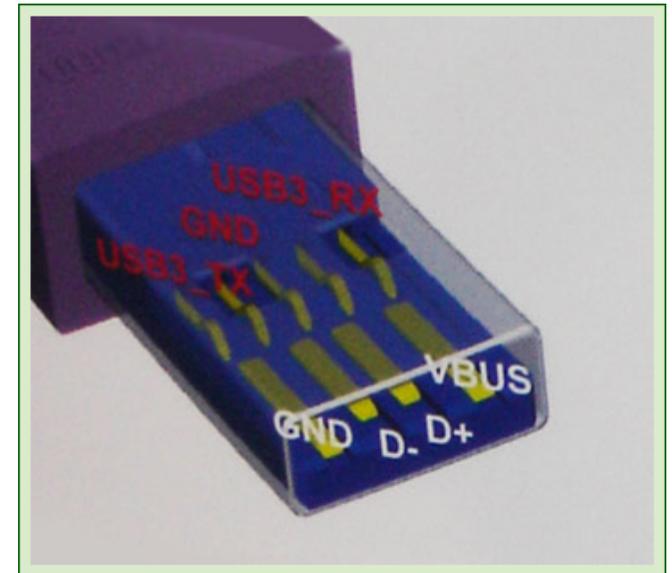
# USB 3.0 - elektrisch

- Abwärtskompatibel zu USB 2.0
- Zusätzlich zwei geschirmte Leitungspaare (Rx/Tx) für SuperSpeed
- Äußere Abschirmung vorgeschrieben
- SuperSpeed verwendet 8b/10b-Encoding anstelle von NRZI

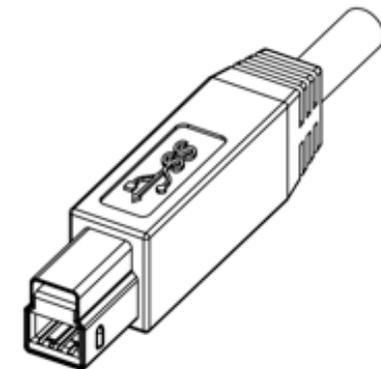


# USB 3.0 - Stecker

- USB-A-Stecker / Buchse  
abwärtskompatibel
- 5 Kontakte hinten zwischen den  
existierenden Kontakten für  
SuperSpeed
- USB-B-Stecker hat SuperSpeed-  
Kontakte aus Platzgründen in  
aufgesetzter Kontaktreihe
- nicht abwärtskompatibel



Type A USB 3.0 connector  
Upstream (Host, Hub)



Type B USB 3.0 connector  
Downstream (Device)

# Wireless USB



Drahtlose USB-Variante

Seit 2004 in Entwicklung

Version 1.0 stabil seit Februar 2007

Bandbreite: 480 Mb/s (3m), 110 Mb/s (10m)

basiert auf "Ultra-WideBand"-Technologie von WiMedia

Funkfrequenz: 3,1 - 10,6 GHz

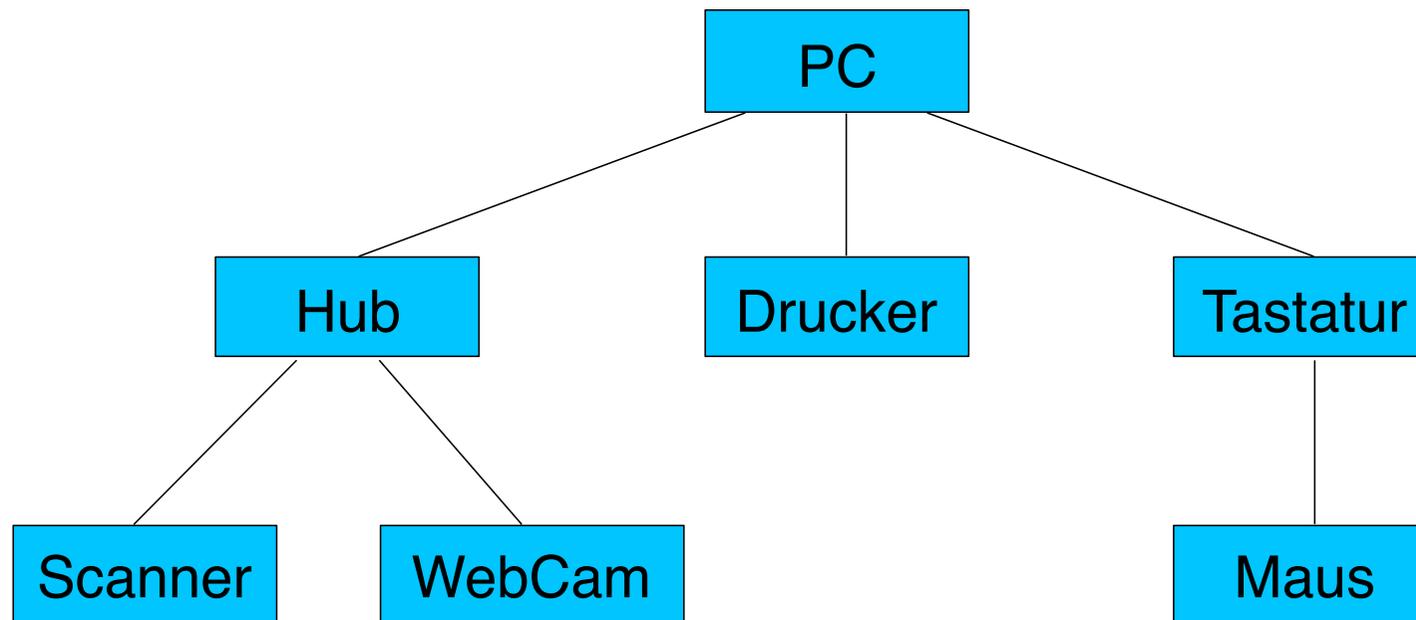
Host Wire Adapter (HWA) und Device Wire Adapter (DWA) als  
Schnittstellen zwischen USB-2.0 Host bzw. Device und WUSB

Geplant: Version 1.1 mit 1 Gb/s

# USB: Topologien

- *Hubs* werden an einen USB-Port angeschlossen und bieten selbst mehrere USB-Schnittstellen an: Baum-Topologie

Auch Geräte können als Hubs dienen (z.B. Tastatur)



# USB: Endpoint/Transfer-Typen

## Control Transfers

z.B. zur Aushandlung von Geschwindigkeit und Geräteart (*enumeration*)  
bidirektional

## Interrupt Transfers

Unidirektional  
Eigentlich Polling und kein Hardware-Interrupt, aber garantierte Latenzzeit  
Wiederholversuch bei Fehlern

## Isochronous Transfers

Stetiger und regelmäßiger Datenstrom, z.B. Audio und Video Streaming  
Unidirektional  
Begrenzte Latenzzeit, garantierte Bandbreite  
Keine Wiederholversuche bei Fehlern

## Bulk Transfers

Grosse, unregelmäßig auftretende Datenmengen (*burst*)  
Unidirektional  
Keine Garantien bezüglich Bandbreite oder Latenz  
Nur bei Full- und High-Speed

# USB: Deskriptoren

Jedes USB-Gerät enthält eine Reihe von Deskriptoren, die durch die Treiber-Software ausgelesen und interpretiert werden:

Device Descriptor

Gerätekategorie, 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 Gerätekategorie

# 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

Mass Storage Device Class

Display Device Class (Monitor-Konfiguration)

Physical Interface Class (z.B. Force Feedback)

Power Device Class

Printing Device Class

Video Device Class (MJPEG, MPEG1/2/4, VC1, DV, H.264)

...

# 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)

"Daisy-Chain"-Topologie (bis zu 16 Geräte hintereinander schaltbar)

Realisiert als Apple NuBus90, nicht weiterverfolgt

1994: *1394 Trade Organisation* (Computer- und Audio-/Video-Technikfirmen)

Lange Zeit in Apple-Geräten und in fast allen digitalen Videokameras  
(Sony-Name für FireWire: *i.Link*)

Inzwischen weitgehend von USB verdrängt

## Datenübertragungsraten:

100, 200 MBit/s (unüblich)

400 MBit/s (weit verbreitet)

Vergleich: USB 2.0 High-Speed 480 MBit/s, Fast Ethernet 100 MBit/s

800 MBit/s (aktueller Stand der Technik), eigener Stecker ("beta")

Standardisiert aber noch nicht in Produktreife:

1,6 GBit/s und 3,2 GBit/s

Seit 2004 definiert: „Wireless FireWire“ (Wireless Personal Area Network)

Siehe auch:  
<http://www.1394ta.org>



Schnittstellen-Standard für alle Arten von Peripheriegeräten

Displays **und** Massenspeicher

Entwickelt von Intel (*Light Peak*), erstmals vermarktet von Apple 2011

Integriert die Technologien "PCI Express" und "DisplayPort"

Physikalisch:

Stecker wie die Mini-Version von DisplayPort

Hintereinanderschalten von bis zu  
6 Geräten (*daisy chain*) möglich

Starke eingebaute Stromversorgung  
für Peripheriegeräte

Übertragungstechnisch:

Zwei Kanäle (später mehr)

Je 10 Gbit/s bidirektional pro Kanal  
(= PCI Express x4)

