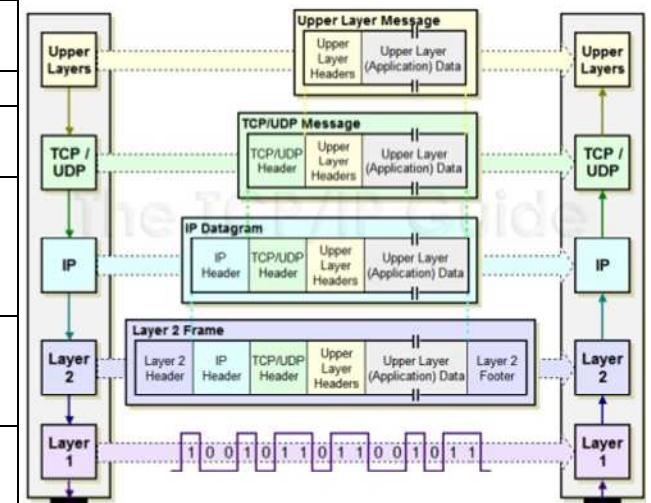


7. Application	<ul style="list-style-type: none"> Daten ein- und Ausgabe Stellt Funktionen der Anwendung zur Verfügung
6. Presentation	<ul style="list-style-type: none"> Bestimmt Datenformat
5. Session	<ul style="list-style-type: none"> Wann & Wie lange wird gesendet Verbindungsorga.
4. Transport	<ul style="list-style-type: none"> Sorgt für fehlerfreie Übertragung der Pakete in Richtiger Reihenfolge Pakete werden einzelnen App. Zugeordnet Multiplexing Sendet: Segmente
3. Network	<ul style="list-style-type: none"> Logische Adressierung der Endgeräte (Routing), Weiterleitung von IP Paketen, Fragmentierung Hardware: Router, Layer 3 Switch Sendet: Pakete
2. Datalink	<ul style="list-style-type: none"> Fehlererkennung durch Datenflusskontrolle, Verbindungsaufbau, Framever/entpackung Sichert Dienst der Physical Layer mit Flow-Control Hardware: Bridge, Switch Sendet: Frames
1. Physical	<ul style="list-style-type: none"> Übertragung der Bits über physische Verbindung Hardware: Leitungen, Stecker Sendet: Bits (Leitungscodes: Siehe Physical Layer)



Protokolle & Dienste zwischen Systemen müssen Identisch sein.
Schnittstellen zwischen Schichten nicht. Implementierung einzelner Schichten ist System-Unabhängig solange Protoll & Schnittstelle identisch bleibt

Zuverlässiger Dienst:	Unzuverlässiger Dienst:	Networklayer Diensttypen:
<ul style="list-style-type: none"> Keine Daten gehen verloren Sicherung durch Fehlererkennung/Korrektur und Quittierung Bsp.: File-Transfer 	<ul style="list-style-type: none"> Datenverlust möglich (nicht kritisch), Reihenfolge nicht beachtet, Wegfindung nicht immer Identisch, Korrektheit der Daten nicht gewährleistet Bsp.: Sprach/Videoübertragung (Zeitverzögerung durch Wiederübertragung ist kritischer als einzelne Elemente) 	<p>Verbindungslos(UDP):</p> <ul style="list-style-type: none"> Senden ohne Vorbereitung an beliebige Ziele Umgehung von Störungen ohne weitere Massnahme von Aussen InTransingknoten benötigen keine Ressourcen für den Verbundungskontext & Keine Verwaltung <p>Verbundungsorientiert(TCP):</p> <ul style="list-style-type: none"> Erlaubt Durchsatz, Delay, Verlust Kontrolle und gezielte Lenkung von Datenströmen Reihenfolge der Daten bleibt erhalten Weiterleitungentscheid auf Grund der Verbindungsduer ist effizienter
<p>Ausbreitungsgeschwindigkeit: $\frac{c_0}{n} = 200'000 \text{ km/s}$</p> <p>n= Brechungsindex, $c_0 = 2'99'792'458 \text{ m/s}$</p> <p>Höhere Bandbreite (Hz) = Höhere Datenrate (bit/s)</p> <p>Signaldämpfung in dB (Spannung): $20 * \log_{10} \left(\frac{U_1}{U_2} \right) = n \text{ dB}$</p> <p>Signaldämpfung in dB (Leistung): $10 * \log_{10} \left(\frac{U_1}{U_2} \right) = n \text{ dB}$</p> <p>U₁= Eingangsleistung/Spannung, U₂= Ausgangsleistung/Spannung</p>	<p>Kritik Osi-Modell:</p> <ul style="list-style-type: none"> Datensicherheit- und Verschlüsselung Hochverfügbarkeit und Redundanz Netzwerkmanagement Zeitsynchronisation + Wurde nachträglich adressiert 	<p>Multi-Mode Sufenfaser:</p> <p>LANBereich <= 2km</p> <ul style="list-style-type: none"> - SKEW von ca. 50.ns/km + Billig in der Herstellung <p>Multi-Mode Gradientenfaser:</p> <p>Moden mit kürzestem Weg werden gebremst</p> <ul style="list-style-type: none"> + SKEW von ca. 0.5ns/km - Teuer in der Herstellung <p>Monomode Glasfaser:</p> <p>Kleiner Kern (5.10 µm 100 Gbit/s bis 40km)</p>

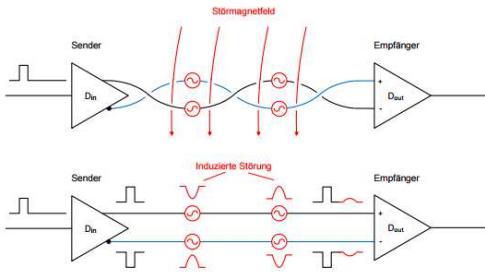


Abbildung 2.14: Induktiv eingekoppelte Störungen

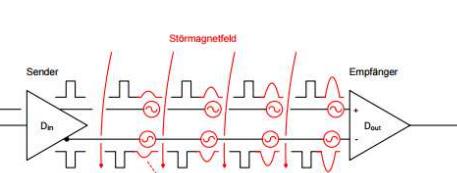


Abbildung 2.15: Funktionsprinzip von paarsymmetrischen Kabeln

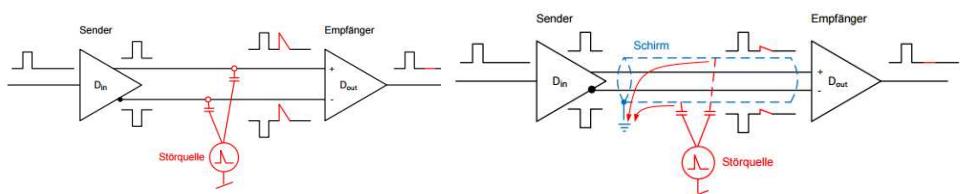


Abbildung 2.16: Funktionsprinzip der Differenzverstärker

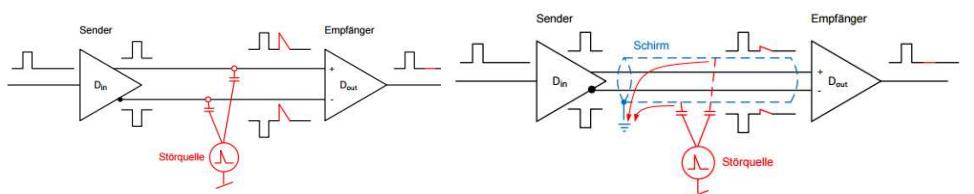


Abbildung 2.17: Funktionsprinzip des Schirms bei STP-Kabeln

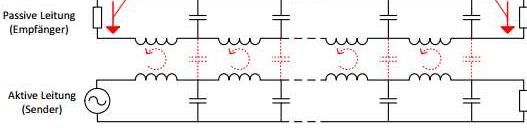


Abbildung 2.18: Prinzip der kapazitiven Kopplung

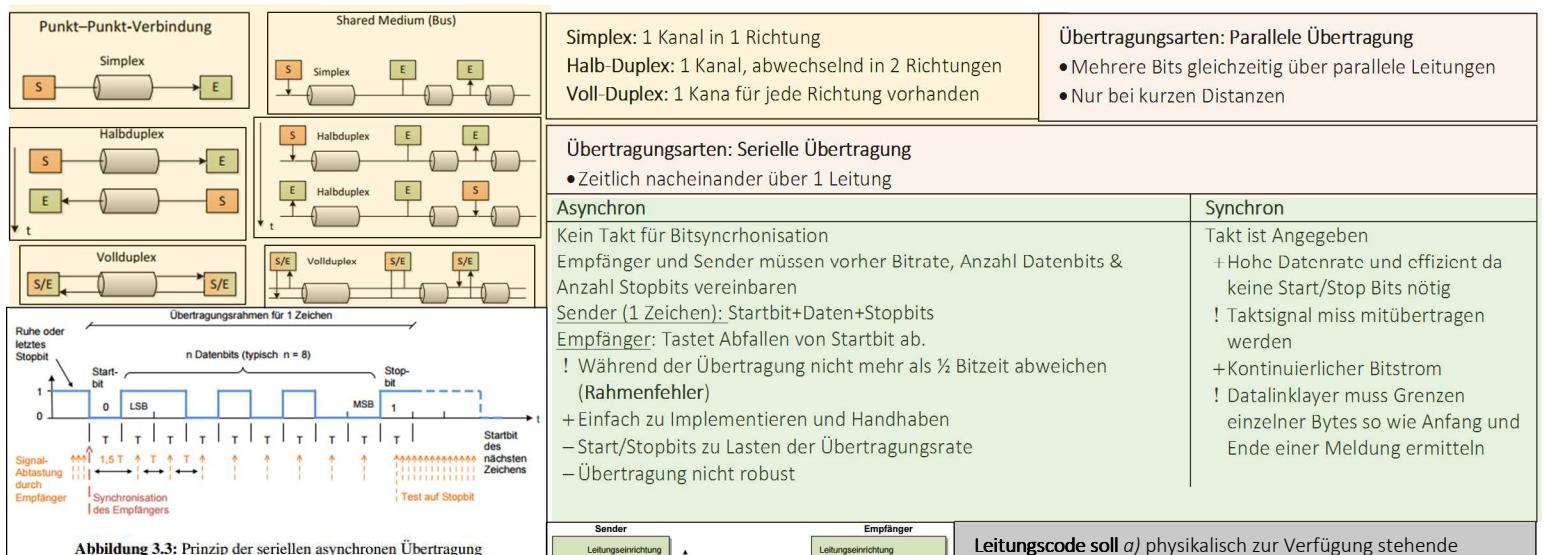


Abbildung 3.3: Prinzip der seriellen asynchronen Übertragung

Alternate Mark Inversion: + Gleichspannungsfreiheit
- Taktrückgewinnung nach längerer 0-Folge schwierig
High Density Bipolar Code (HDB3): B00V-Sequenz. Wenn SumOf(1) der letzten Regelverletzung ungerade, dann 000V, sonst 0 oder B00V (B hat umgekehrte Polarität)
Anstatt 4-Bit Seq. Können mit HDBN auch längere Seq. Verwendet werden. **Bipolar 8-Zero Substitution (B8ZS)** gleiches Prinzip, aber 8-Bit Seq.

$$\text{Frequenz aus Baud: } \frac{n \text{ Baud}}{2 \text{ Max. Abweichung}} = n \text{ Hz}$$

$$\text{Max Fehlerquote: } \frac{\Sigma \text{ Abtaster pro Sekunde}}{n}$$

Symbolrate = n Zustandsänderungen / Zeit OR n Symbole / Zeit

Max Symbolrate $\leq 2B$ (Hz)

Max Bitrate = Symbolrate * Informationsgehalt der Symbole

$$\text{Informationsgehalt Symbol: } M = 1 + \frac{\text{Max. grösste Signal (A)}}{\text{Ungekauigkeit Empfänger} (\Delta V)} \quad M = \text{Signalzustände}$$

Informationsgehalt (Bit/s) = $\log_2(\text{Anzahl möglicher Zustände} (M))$

$$\text{Max. Bitrate (Bit/s): (mit Störung) } R \leq 2B * \log_2 \left(1 + \frac{A}{\Delta V} \right) \quad (\text{Ohne Störung}): R \leq 2B * \log_2(M)$$

$$\text{Bsp.: AMI (3 Wertig (U+, U-, U0)) } \log_2(3) = 1.58 \text{ Bit pro Schritt nur 1 Bit: Effizienz } \frac{1}{1.58} = 63\%$$

Asynchrone Übertragung:

- Keine Daten = Übertragungstrecke ist ruhig
- Start-Bit: Empfänger wird angezeigt dass Frame übertragen wird
- Pause zwischen Frames von mind. 1 Zeichendauer für Synch.

Synchrone Übertragung:

- Konstante Übertragung, Wenn keine Daten, dann Leer-Frames, Erkennung anhand von Start- & Stop-Bits (0111 1110)
- Benötigt Bit-Stopfen falls 11111 im Frame vorkommt (zusätzliche 0)

+Längerer Frame = Bessere Nettobitrate.

$$\text{Net. BitR} = \text{Brut. BitR} * \frac{\text{Nutzdaten}}{\text{Nutzdaten+Header}}$$

- Fehlerwahrscheinlichkeit steigt mit Framelänge (Durchsatz)

- Bei Fehler ist Frame verloren. Höherer Datenverlust (Effizienz)

- Wahrscheinlichkeit von nicht erkennbaren Fehlerneinstieg mit Framelänge (Zuverlässigkeit)

- Langer Frame = Höherer Jitter

Durchsatz beeinflusst von 2 Faktoren

1. Fehlerwahrscheinlichkeit = $1 - (1 - \text{Bit Error Ratio})^{\text{Framelänge}}$
2. NettoBitRate

$$\text{Opt. Frame Länge} \approx \frac{\text{HeaderLänge}}{\text{BitFehlerProb.}}$$

$$\text{Erkennbare Fehler (e)} = \text{Hamming}(n) - 1$$

BusTopologie: Knoten passiv angeschlossen, Nur bei Übertragung aktiv, Erweiterung durch Verbindung einzelner Bussegmente

LinienTopologie: Häufiger Einsatz in der Automation, - Single Point of Failure

RingTopologie: +Jeder Knoten auf zwei Wege erreichbar, + Doppel RingTop. erhöht Ausfallsicherheit

SternTopologie: Switchausfall = SPOF

BaumTopologie: Kombination der SternTop.

Leitungscode soll a) physikalisch zur Verfügung stehende Bandbreite nutzen. b) unabhängig von zu sendenden Daten zuverlässige Taktrückgewinnung ermöglichen. c) Gleichspannungsfrei (Mittelwert des Signalpegels verändert sich nur unwesentlich und verhindert Fehlinterpretation) Gegeben durch **AMI**

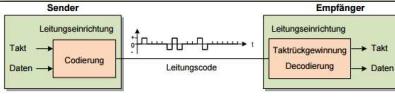


Abbildung 3.6: Serielle synchrone Übertragung mit Leitungseinrichtung

Übertragungsrate abhängig von:
1. Bandbreite 2. Signalstärke vs Störung

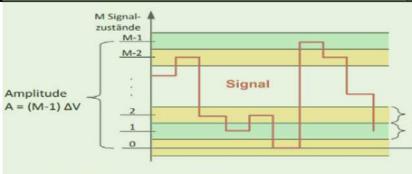


Abbildung 3.13: Anzahl der erkennbaren Zustände eines Signals

$$\text{ZeichenRate} = \text{BitDauer}(t) * \frac{\text{Bit}}{\text{Zeichen}} + \text{Start \& StopBit}$$

$$\text{Max. Übertragungsfehler (%)}: \frac{0.5}{\text{Anzahl Datenbits} + 0.5}$$

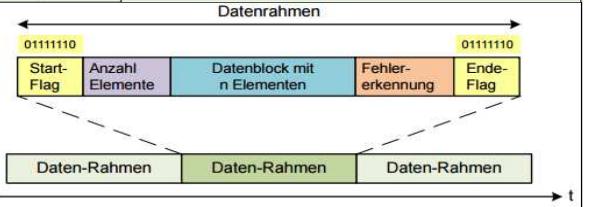


Abbildung 4.6: Frame-Aufbau bei synchroner Übertragung

Backward Error Correction: Fehler erkannt, kann nicht reparieren. Sender muss nochmal senden

Forward Error Correction: Fehler erkannt & korrigiert

Einsatz: 1-Weg-Komm. & BER = 10^{-3} FrameLänge = 2000

$$1 - (1 - 10^{-3})^{2000} = 86\% \text{ Fehlerwahrscheinlichkeit}$$

Parity-Bit: $\sum (1 + \text{Parity-Bit}) \bmod 2 = 0$ (Even-Parity) OR 1 (OddP.)

Quer, Längs & Gesamt-Parity: Dmin = 4

Prüfsumme (TCP & UDP):

- Prüfsumme & LängsParity anfällig für Mehrbitfehler

+ Burst von gleichartigen Fehlern (z.B. mehrere Bits auf 1) führen zu Übertrag. Fehler nicht leicht erkennbar

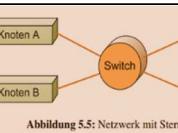


Abbildung 5.5: Netzwerk mit Sterntopologie

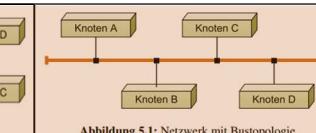


Abbildung 5.1: Netzwerk mit Bustopologie

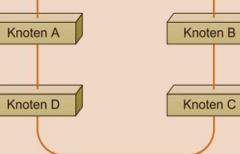


Abbildung 5.2: Netzwerk mit Linientopologie

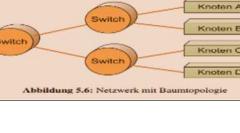
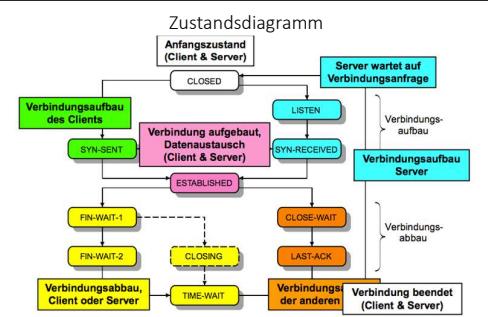
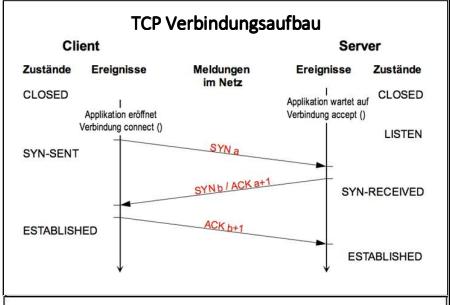


Abbildung 5.3: Netzwerk mit Ringtopologie



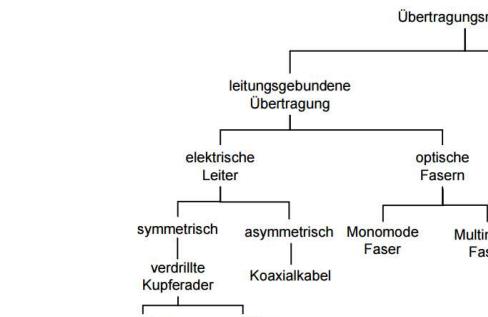
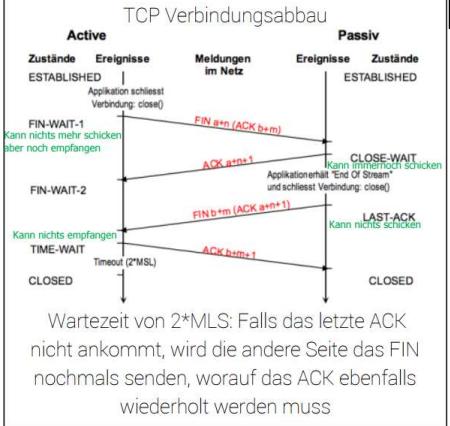
Abbildung 5.4: Netzwerk mit Doppel-Ringtopologie

Hub / Repeater	Bridge	Switch (MultiPort Bridge)	Router			
<ul style="list-style-type: none"> Physical Layer Broadcast to all Wastage of network bandwidth Half-Duplex Unifies Broadcast & Collision Domain 	<ul style="list-style-type: none"> Data Link Layer Remembers Sender Add. from received Frames in Fwd. DB. (saved for 600s) Are <i>invisible</i> from Network perspective Plug & Play No Broadcast Filter 	<ul style="list-style-type: none"> Data Link Layer Connects devices to form network Transmits only to intended devices Full Duplex Works with MAC Addresses Connects CDs without violation of CSMA/CD 	<ul style="list-style-type: none"> Network Layer, Verbinden Subnetze, Empfangen nur Pakete die auf der Data Link an sie adressiert worden sind (Router mit MAC Adresse ansprechen) Weiterleitung anhand der Networklayer Adresse +Immer optimaler Pfad zwischen Knoten, Aufteilen von Netzberichen, Fangen Broadcast ab – Leistungsfähige Ro. \$\$, müssen konfiguriert werden – Automatisierungsprot. Bleiben hängen. 			
10BASE2 Thin Ethernet (BNC Connector) Max 200m Segmente (IEEE rounded up from 185m) Asym- Signalpegel 0V & -2V	10BASE5 Thick Coax Max 2.5 km mit max. 4 Repeatern SPOF (Bsp.: Gebogenes Kabel)	<- Verwenden Manchester Code + Einfache Takt Rückgewinnung <ul style="list-style-type: none"> o Sync. Über Preamble (7 Byte) + SFD (1 Byte) o SFD = 10101011 (Begrenzung) – Benötigt für 10Mbit/s 10 Mhz + Gleichstromfrei				
Datenübertragung & Zugriffskontrolle (CSMA/CD) <ul style="list-style-type: none"> + Keine zentralen Kontrollelemente notwendig + Jeder Knoten ist autonom – Höhere Kollisionswahrscheinlichkeit bei grossen Verkehrsaufkommen 	Senden ohne Kollision <i>Vorher:</i> Frame erst an Psyical übergeben, wenn Kana frei. Dann Preamble+SFD für Synchronisation <i>Während:</i> Physical überprüft Signalpegel. Kollision = Überlagerung von 2 (0V OR (-2V)) Signalen. Erkennung = Meldung an Data Link <i>Keine Kollision:</i> Data Link meldet und erwartet neue Daten Senden mit Kollision <i>Kollision Entdeckt:</i> Knoten durch Jam Signal (32Bit – Random) informiert. Sendung eingestellt (Data Link unterscheidet Kollision & gültigem Frame mit Prüfsequenz). Nach Zeit t (vielfaches von Slot-Zeit) wieder probiert (Abbruch nach 16 Versuchen). 1 Kollision t: 0 * ts OR 1 * ts. 2+ Kollision t: t wird verdoppelt. Bsp.: (0 * ts) OR (1*ts) or (2*ts) OR * (3*ts). 3 Kollision ((0 bis 7)*ts). 4 Kollision (0 bis 14) *ts))		FrameRate: $\frac{\text{BitRate} (\text{Bit})}{8 \cdot (8+64+12) \cdot \text{Bit}_\text{Frame}}$ bei Minimaler Frame Länge!!			
Round Trip Delay: Kollision muss während Sendung erkannt werden. Interpacket Gap Shrinkage: Min. Gap = 96 Bit-Zeiten Max Collision Domain Distanz (d_{max}) $d_{\max} < \frac{\text{FrameSize(min)}}{2 \cdot \text{Bitrate}} \cdot C_{\text{Med}}$.						
Preamble & SFD 7 + 1 Byte Teil von Physical	Dest. Address 6 Byte 6 * 2 Hex	Source Addr. 6 Byte 6 * 2 Hex	Length/Type (2Byte) Length ≤ 1500=Bytes im Datafeld Type ≥ = Protokollbezeichnung	Data/PAD If $\sum \text{Byte} < 46$ (Min. Frame länge) Padding mit 0-Bytes	CRC 4 Byte CRC-32 Algo.	04-0A-E0-13-14-26 0000 0100 OR Group(1) Universal(0) OR Local(1)
FrameRate: $\frac{\text{BitRate} (\text{Bit})}{38+\text{Payload}}$ NutzBitRate: $\frac{\text{BitRate} \cdot \text{Payload}}{38+\text{Payload}}$	Remote Bridge: Verbindung von 2 LANs über grössere Strecken Paarweiser Einsatz	Learning Table: <ul style="list-style-type: none"> ! Absenderadresse für Self-Learning von Switch massgebend ! Broadcast wenn nicht bekannt auf welchem Port Empfänger ist ! Aging-Time: Zeitdauer wie lange ein MAC-Adresse im LT bleibt. Zu Kurz = Mehr Broadcasts = Netzüberlasung Spanning Tree: <ul style="list-style-type: none"> ! RootSwitch (kleinste MAC Adresse) verantwortlich für Aufbau ! Hello-Time <= 2 Sekunden ! Leitungsbruch = Neuer Spanningtree 	 Abbildung 5.17: Ablauf des CSMA/CD-Verfahrens	Mögliche Subnetz: 255: 1111 1111 254: 1111 1110 252: 1111 1100 248: 1111 1000 240: 1111 0000 224: 1110 0000 192: 1100 0000 128: 1000 0000 0: 0000 0000 2^n Host-Bits = Σ Hosts		
Adressierungsschema: Flach <ul style="list-style-type: none"> • Üblich auf Data Link – Beschränkt Ausbaufähigkeit – MAC-Adresse nicht Aussagekräftig bezüglich Position im Netz – Bridge muss von allen knoten wissen über welches Port sie erreichbar sind – Grosse Adresstabellen in jeder Bridge – Technisch aufwendig und Teuer 	IP Adressierung: 32-Bit (Netz- & HostNr.) Classrouting: Zuteilung von Adressräumen in zweierpotenzschritten (Benötigt Subnetzmaske: Definiert Grenze zwischen Netz & Host Adresse) + Anhand von Adressbits kann Grösse & Klasse bestimmt werden Netzadresse: Tiefste Adresse im Subnetz	 Adr Res Pro (Where is IPx?)				
Adressierungsschema: Hierarisch <ul style="list-style-type: none"> • Beschränkte Anzahl von Subnetzen <ul style="list-style-type: none"> ▪ Subnetz aus Subnetz aus Subn... + Vereinfacht das Routing – Host braucht neue Adresse bei Netzwechsel 	Berechnet durch: KnotenAdresse AND Subnetzmaske. Broadcast Adr.: Höchste Adr. im Subnetz Berechnet durch: KnotenAdr. OR invertierte Subnetzmaske.					
Aufteilung von Netz in Subnetze: 160.85.0.0 in 19 Subnetze. 19 = 10011		IPv4 Header TL: Max 65535 Byte. Rec: 576 Bytes IP Flags: BitPos 0: Immer 0. BitPos1: 0 = can Fragment BitPos2: 0 = Last Fragment. If Datagramm > Maximum Transfer Unit then fragment. Data = TL - 4 * IHL If FO=0->FO*8+(TL-4*IHL)=TotalDataLeng	 IPv4 Header			
1 180 64 00000 000 0000'0000 2 180 64 00001 000 0000'0000 3 180 64 00010 000 0000'0000 19 180 64 10011 000 0000'0000 1 180 64 0 0 2 180 64 8 0 3 180 64 16 0 19 180 64 152 0	Anzahl Hosts = 19 (Möglich weiter zu definieren bis 11111 (31 Subnetze, bzw. *.*.248) danach zusätzliches Bit benötigt.					



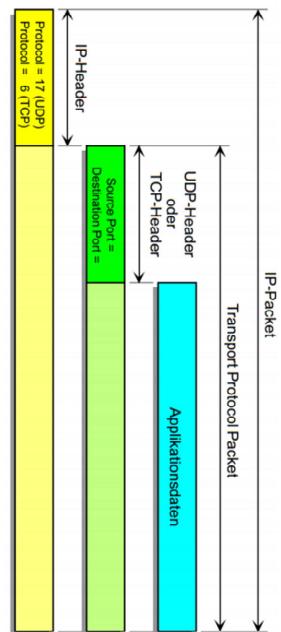
ControlBits: Flags für Verbindungsauf/Abbau

- 10 (URG): Urgent-Pointer enthält gültigen Wert
- 11 (ACK): Acknowledgement Number enthält gültigen Wert
- 12 (PSH): Push: Empfänger soll Daten sofort an die Applikation weiterleiten (und nicht zuerst eine gewisse Anzahl buffern), zB bei der letzten TCP-Nachricht eines Web-Requests oder einer Reply
- 13 (RST): Reset: Verbindung rücksetzen
- 14 (SYN): Synchronize: Verbindung aufbauen
- 15 (FIN): Verbindung abbauen

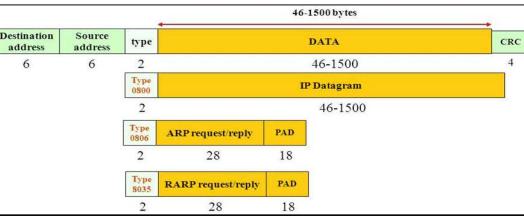


Speed [Mbit/s]	Distance [m]	Name	Description
10	100 (nominally)	10BASE-T	Runs over four wires (two twisted pairs) on a Category 3 or Category 5 cable. Star topology with an active hub or switch sits in the middle and has a port for each node. This is also the configuration used for 100BASE-T and gigabit Ethernet. Manchester coded signaling.
100	100	100BASE-TX	4B5B MLT-3 coded signaling, Category 5 cable copper cabling with two twisted pairs.
1,000	100	1000BASE-T	PAM-5 coded signaling. At least Category 5 cable with four twisted pairs copper cabling. Category 5 cable has since been deprecated and new installations use Category 5e. Each pair is used in both directions simultaneously.
2,500 5,000	100	2.5GBASE-T 5GBASE-T	under development, downscaled 10GBASE-T for Category 5e (2.5G) and Category 6 (5G) cabling
10,000	100	10GBASE-T	THP PAM-16 coding. Uses category 6a cable.
25,000 40,000	≥30	25GBASE-T 40GBASE-T	under development, uses encoding from 10GBASE-T on proposed Cat 8.1/8.2 shielded cable

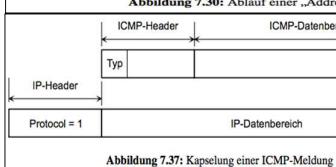
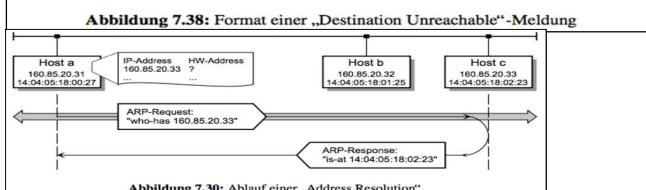
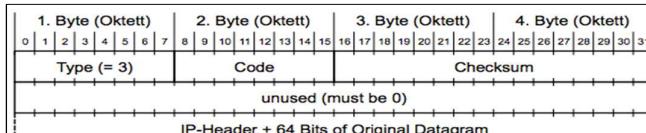
OSI (Open Source Interconnection) 7 Layer Model			
Layer	Application/Example	Central Device/Protocols	DOD4 Model
Application (7) Serves as the window for users and application processes to access the network services.	End User layer Program that opens what was sent or creates what is to be sent Resource sharing • Remote file access • Remote printer access • Directory services • Network management	User Applications SMTTP	Process
Presentation (6) Formats the data to be presented to the Application layer. It can be viewed as the "Translator" for the network.	Syntax layer encrypt & decrypt (if needed) Character code translation • Data conversion • Data compression • Data encryption • Character Set Translation	JPEG/ASCII EBDIC/TIFF/GIF PICT	
Session (5) Allows session establishment between processes running on different stations.	Synch & send to ports (logical ports) Session establishment, maintenance and termination • Session support - perform security, name recognition, logging, etc.	Logical Ports RPC/SQL/NFS NetBIOS names	
Transport (4) Ensures that messages are delivered error-free, in sequence, and with no losses or duplications.	TCP Host to Host, Flow Control Message segmentation • Message acknowledgement • Message traffic control • Session multiplexing	F A C K E T P A C K E T G A T E W A Y TCP/SPX/UDP Routers IP/IPX/ICMP	Host to Host
Network (3) Controls the operations of the subnet, deciding which physical path the data takes.	Packets ("letter", contains IP address) Routing • Subnet traffic control • Frame fragmentation • Logical-physical address mapping • Subnet usage accounting	Can be used on all layers	Internet
Data Link (2) Provides error-free transfer of data frames from one node to another over the Physical layer.	Frames ("envelopes", contains MAC address) [NIC card — Switch — NIC card] (end to end) Establishes & terminates the logical link between nodes • Frame traffic control • Frame sequencing • Frame acknowledgment • Frame delimiting • Frame error checking • Media access control	Switch Bridge WAP PPP/SLIP Land Based Layers Hub	Network
Physical (1) Concerned with the transmission and reception of the unstructured raw bit stream over the physical medium.	Physical structure Cables, hubs, etc. Data Encoding • Physical medium attachment • Transmission technique - Baseband or Broadband • Physical medium transmission Bits & Volts		



Feld	Position	Wert	Funktion	Erklärung
Presedence	0-2	0-7	Low-High Presedence	Vorrangigkeit
D	3	0/1	Normal/Low Delay	Verzögerung
T	4	0/1	Normal/High Throughput	Drucksatz
R	5	0/1	Normal/High Reliability	Zuverlässigkeit
	6-7		Reserved for Future use	Reserviert



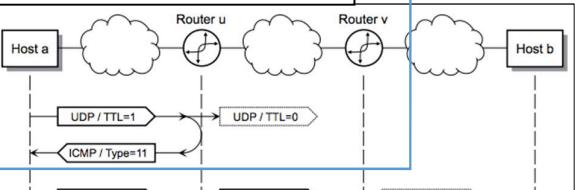
ICMP Message:
Dest. Unreac. Codes:
00: net unreachable
01: host unreachable
02: protocol unreach.
03: port unreach.
04: fragmentation needed and DF set
05: source route fail
13: communication administratively prohibited



ICMP-Type (info)	ICMP-Type (error)
00: Echo Reply	03: Destination Unr. z.B. Don't Fragment gesetzt aber nicht möglich
08: Echo	04: Source Quench Buffer im Router voll, Senderate drosseln
13: Timestamp	05: Redirect schnellerer/direkterweg über Router XY
14: Timestamp Repl.	11: Time Exceeded TTL = 0
15: Info Request	12: Parameter Prob IP-Option existiert nicht
16: Info Reply	

ARP-Request: Sent to Broadcast-IP
ARP-Reply: Sent to specific Target
ARP-Cache: Saves MAC/IP
– Addresses ARP-Requests not filtered by Bridges which can lead to net congestion

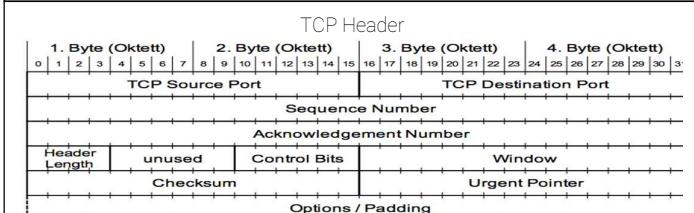
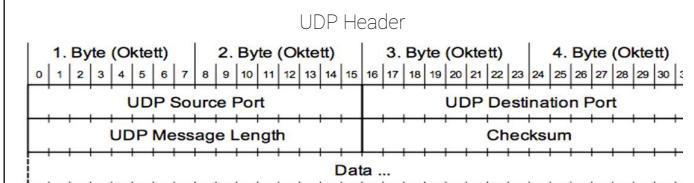
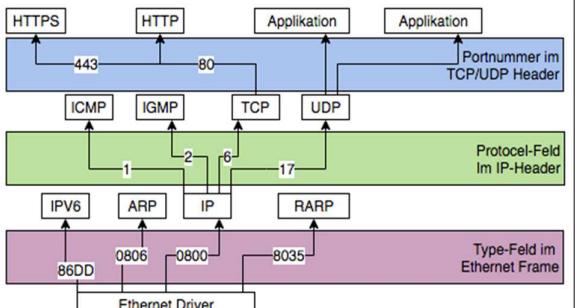
TraceRoute:
Starts with TTL = 0. Every router increments by 1.
UDP Destination Port = Random High Numer (to stop destination from process and reply with Destination Unr./Port Unr.)



- UDP Protocol:**
- Multiplex & Demultiplex der Datagramme auf Appl.
 - Verbindungslos & Unzuverlässig.
- TCP Protocol:**
- Verbindungsorientiert & Zuverlässig
 - Vollduplex Übertragung
 - Stream Schnittstelle
 - Zuverlässiger Verbindungs Auf/Abbau
 - Kein Datenverlust & Reihenfolge

- Well Known Ports(HEX):**
- 020(- 14): File Transfer (Data)
 - 021(- 15): File Transfer (Control)
 - 022(- 16): Secure Shell Rem. Login
 - 023(- 17): TelNet
 - 025(- 19): SMTP
 - 053(- 35): Domain Name System
 - 080(- 50): HTTP
 - 110(- 6E): POP3
 - 143(- 8F): IMAP
 - 443(1B8): http over SSL/TSL
 - 993(3E1): IMAP over SSL/TSL

Client braucht korrekte Dest. PortNr. Mehrere UDP & TCP appl. gleichzeitig (verschiedene PortNr.)

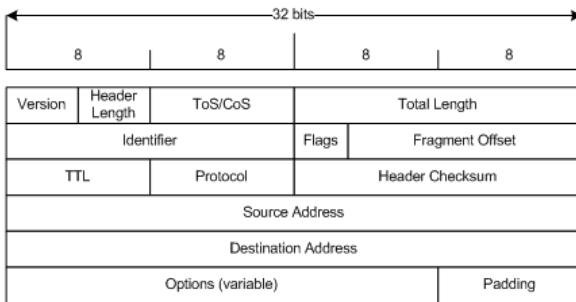


Sliding Window: Richtungen arbeiten Unabhängig - Festergrösse wird in Bytes angegeben - Bei Verbindungsaufbau: Fenstergrösse mitgegeben (typ.: 16, 32, 64 KB) - Entsprechender Puffer beim Empfänger - Bestätigung: Verbleibender Puffer wird Mitgeteilt - Wenn = 0: Sendepause. Wenn wieder Frei: Neue Bestätigung

Berechnung RoundTripTime (RTT):
TCP misst bei jeder Verbindung die RTT und berechnet SmoothedRTT
 $SRTT = (1 - \alpha) * SRTT + \alpha * RTT$ wobei $\alpha = 0.125$
TCP ermittelt Streuung durch gemittelten Mittelwert der Abweichung
 $RTTVar = (1 - \beta) * RTTVar + \beta * |SRTT - RTT|$ wobei $\beta = 0.25$
ReTransmissionTimeOut = Umlaufverzögerung auf Mehrfachen der Streuung
 $RTO = SRTT + 4 * RTTVar$

Beispiel:
Gewichtetes Mittelwert: SRTT a = 0.125,
Annahme: Startwert SRTT₀ = 0.5 ms RTT₀ = 0.5 ms
SRTT₁ = (1-a) * SRTT₀ + a * RTT₀ = 0.5ms
SRTT₂ = 0.875 * SRTT₁ + 0.125 * RTT₁ = 0.5125ms
SRTT₃ = 0.875 * 0.5125ms + 0.125 * RTT₂ = 0.52375ms
SRTT₄ = 0.875 * 0.52375ms + 0.125 * RTT₁ = 0.533ms

TCP Löst Probleme:
Zuverlässiger Auf- & Abbau, - Three-WayHandshake
Verlorene/Verfälschte,/falsche Reihenfolge/duplizierte Nachrichten - Adaptive Resending
Kein DataOverflow beim Empfänger - FlowControl (Sliding Window - Schutz vor Überlasung vom Empfänger)
Congestion Control (Schutz vor Überlastung vom Netz):
Führt bei Netzüberlastung keine neuübertragungen aus
Sägezahkurven der Resourcen-verwendung neigen dazu sich über mehrere Systeme hinweg zu synchronisieren

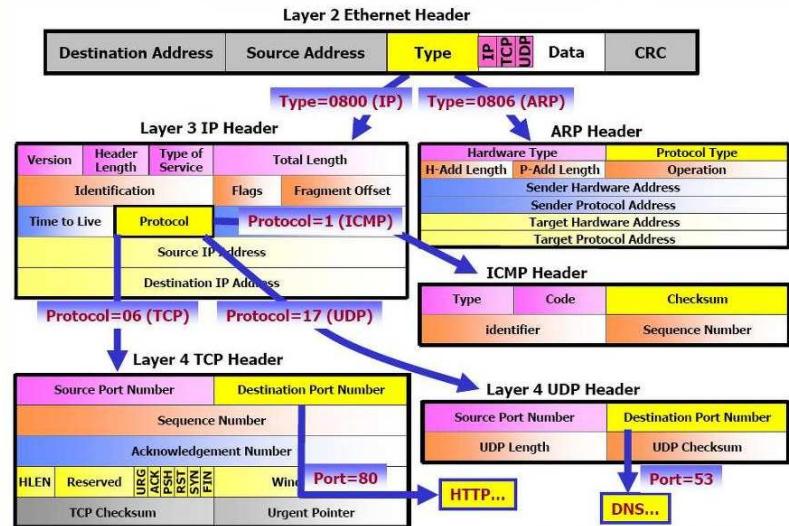
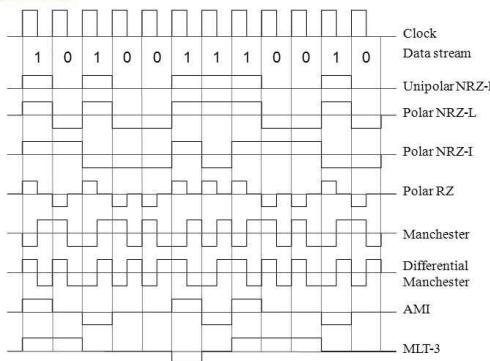


Internet Protocol Version 4 Header

Version	Identifier	Fragment Offset	Header Length
0 Reserved	8 bit field used in conjunction with Flags and Fragment offset for fragmented packets. When a packet is fragmented all fragments have the same identifier.	13 bit field that specifies, in units of 8 octets, the offset from the beginning of the header to the beginning of the fragment.	4 bit field that specifies the length of the header in 32 bit words. Minimum 20 bytes (no options) Maximum 60 bytes
1-3 Unassigned			
4 Internet Protocol Version 4			
5 ST Datagram mode (STREAM)			
6 Internet Protocol Version 6			
7 TP/IX			
8 P Internet Protocol			
9 TCP and UDP over Bigger Addresses (TUBA)			
10-14 Unassigned			
15 Reserved			
Type Of Service (ToS)	Header Checksum	Source and Destination Addresses	Time To Live (TTL)
Bit 0 1 2 3 4 5 6 7	16 bit "One's Compliment" checksum used for error detection. If no errors have occurred in transit then this field will be all ones.	32 bit IPv4 addresses of the source and destination of the packet.	8 bit field. Specifies maximum hop count of the packet before the packet should be discarded. Used to prevent a packet from looping endlessly.
P P P D T R C 0			
PRECEDENCE	Delay	Throughput	Reliability
000 Routine 001 Priority 010 Immediate 011 Flash 100 Flash Override 101 CRITIC/ECP 110 Internetwork Control 111 Network Control	0 Normal 1 Minimize	0 Normal 1 Maximize	0 Normal 1 Maximize
	0 Normal 1 Minimize		
Bit 7 is unused and always set to zero			
		Bit 0 1 2 3 4 5 6 7	
		DiffServ Code Points (DSCP) ECN	
			Bit 0 1 2
			U DF MF
			Unused Don't Fragment More Fragments

Much of this information is taken from Routing TCP/IP Volume 1, Second Edition. Jeff Doyle, Jennifer Carroll Authors. Published by CiscoPress

The Waveforms of Line Coding Schemes



Copyright(c)2005 KIM KWANG SHIK All rights reserved

Addresses	Hosts	Netmask	Amount of a Class C
/30	4	2	255.255.255.252
/29	8	6	255.255.255.248
/28	16	14	255.255.255.240
/27	32	30	255.255.255.224
/26	64	62	255.255.255.192
/25	128	126	255.255.255.128
/24	256	254	255.255.255.0
/23	512	510	255.255.254.0
/22	1024	1022	255.255.252.0
/21	2048	2046	255.255.248.0
/20	4096	4094	255.255.240.0
/19	8192	8190	255.255.224.0
/18	16384	16382	255.255.192.0
/17	32768	32766	255.255.128.0
/16	65536	65534	255.255.0.0

/29 -- 32 Subnets -- 6 Hosts/Subnet

Network #	IP Range	Broadcast
.0	.1-.6	.7
.8	.9-.14	.15
.16	.17-.22	.23
.24	.25-.30	.31
.32	.33-.38	.39
.40	.41-.46	.47
.48	.49-.54	.55
.56	.57-.62	.63
.64	.65-.70	.71
.72	.73-.78	.79
.80	.81-.86	.87
.88	.89-.94	.95
.96	.97-.102	.103
.104	.105-.110	.111
.112	.113-.118	.119
.120	.121-.126	.127
.128	.129-.134	.135
.136	.137-.142	.143
.144	.145-.150	.151
.152	.153-.158	.159
.160	.161-.166	.167
.168	.169-.174	.175
.176	.177-.182	.183
.184	.185-.190	.191
.192	.193-.198	.199
.200	.201-.206	.207
.208	.209-.214	.215
.216	.217-.222	.223
.224	.225-.230	.231
.232	.233-.238	.239
.240	.241-.246	.247
.248	.249-.254	.255

/25 -- 2 Subnets -- 126 Hosts/Subnet

Network #	IP Range	Broadcast
.0	.1-.126	.127
.128	.129-.254	.255

/26 -- 4 Subnets -- 62 Hosts/Subnet

Network #	IP Range	Broadcast
.0	.1-.62	.63
.64	.65-.126	.127
.128	.129-.190	.191
.192	.193-.254	.255

/27 -- 8 Subnets -- 30 Hosts/Subnet

Network #	IP Range	Broadcast
.0	.1-.30	.31
.32	.33-.62	.63
.64	.65-.94	.95
.96	.97-.126	.127
.128	.129-.158	.159
.160	.161-.190	.191
.192	.193-.222	.223
.224	.225-.254	.255

DEC	OCT	HEX	BIN	Symbol	DEC	OCT	HEX	BIN	Symbol	DEC	OCT	HEX	BIN	Symbol	DEC	OCT	HEX	BIN	Symbol
0	0	0	0	NUL	32	40	20	100000	SPACE	64	100	40	1000000	@	96	140	60	1100000	`
1	1	1	1	SOH	33	41	21	100001	!	65	101	41	1000001	A	97	141	61	1100001	a
2	2	2	10	STX	34	42	22	100010	"	66	102	42	1000010	B	98	142	62	1100010	b
3	3	3	11	ETX	35	43	23	100011	#	67	103	43	1000011	C	99	143	63	1100011	c
4	4	4	100	EOT	36	44	24	100100	\$	68	104	44	1000100	D	100	144	64	1100100	d
5	5	5	101	ENQ	37	45	25	100101	%	69	105	45	1000101	E	101	145	65	1100101	e
6	6	6	110	ACK	38	46	26	100110	&	70	106	46	1000110	F	102	146	66	1100110	f
7	7	7	111	BEL	39	47	27	100111	'	71	107	47	1000111	G	103	147	67	1100111	g
8	10	8	1000	BS	40	50	28	101000	(72	110	48	1001000	H	104	150	68	1101000	h
9	11	9	1001	HT	41	51	29	101001)	73	111	49	1001001	I	105	151	69	1101001	i
10	12	0A	1010	LF	42	52	2A	101010	*	74	112	4A	1001010	J	106	152	6A	1101010	j
11	13	0B	1011	VT	43	53	2B	101011	+	75	113	4B	1001011	K	107	153	6B	1101011	k
12	14	0C	1100	FF	44	54	2C	101100	,	76	114	4C	1001100	L	108	154	6C	1101100	l
13	15	0D	1101	CR	45	55	2D	101101	-	77	115	4D	1001101	M	109	155	6D	1101101	m
14	16	0E	1110	SO	46	56	2E	101110	.	78	116	4E	1001110	N	110	156	6E	1101110	n
15	17	0F	1111	SI	47	57	2F	101111	/	79	117	4F	1001111	O	111	157	6F	1101111	o
16	20	10	10000	DLE	48	60	30	110000	0	80	120	50	1010000	P	112	160	70	1110000	p
17	21	11	10001	DC1	49	61	31	110001	1	81	121	51	1010001	Q	113	161	71	1110001	q
18	22	12	10010	DC2	50	62	32	110010	2	82	122	52	1010010	R	114	162	72	1110010	r
19	23	13	10011	DC3	51	63	33	110011	3	83	123	53	1010011	S	115	163	73	1110011	s
20	24	14	10100	DC4	52	64	34	110100	4	84	124	54	1010100	T	116	164	74	1110100	t
21	25	15	10101	NAK	53	65	35	110101	5	85	125	55	1010101	U	117	165	75	1110101	u
22	26	16	10110	SYN	54	66	36	110110	6	86	126	56	1010110	V	118	166	76	1110110	v
23	27	17	10111	ETB	55	67	37	110111	7	87	127	57	1010111	W	119	167	77	1110111	w
24	30	18	11000	CAN	56	70	38	111000	8	88	130	58	1011000	X	120	170	78	1111000	x
25	31	19	11001	EM	57	71	39	111001	9	89	131	59	1011001	Y	121	171	79	1111001	y
26	32	1A	11010	SUB	58	72	3A	111010	:	90	132	5A	1011010	Z	122	172	7A	1111010	z
27	33	1B	11011	ESC	59	73	3B	111011	;	91	133	5B	1011011	[123	173	7B	1111011	{
28	34	1C	11100	FS	60	74	3C	111100	<	92	134	5C	1011100	\	124	174	7C	1111100	
29	35	1D	11101	GS	61	75	3D	111101	=	93	135	5D	1011101]	125	175	7D	1111101	}
30	36	1E	11110	RS	62	76	3E	111110	>	94	136	5E	1011110	^	126	176	7E	1111110	~
31	37	1F	11111	US	63	77	3F	111111	?	95	137	5F	1011111	_	127	177	7F	1111111	DELETE

DEC	OCT	HEX	BIN	Symbol	DEC	OCT	HEX	BIN	Symbol	DEC	OCT	HEX	BIN	Symbol	DEC	OCT	HEX	BIN	Symbol
128	200	80	10000000	€	160	240	A0	10100000		192	300	C0	11000000	À	224	340	E0	11100000	à
129	201	81	10000001		161	241	A1	10100001	í	193	301	C1	11000001	Á	225	341	E1	11100001	á
130	202	82	10000010	,	162	242	A2	10100010	¢	194	302	C2	11000010	Â	226	342	E2	11100010	â
131	203	83	10000011	f	163	243	A3	10100011	£	195	303	C3	11000011	Ã	227	343	E3	11100011	ã
132	204	84	10000100	"	164	244	A4	10100100	¤	196	304	C4	11000100	Ä	228	344	E4	11100100	ä
133	205	85	10000101	...	165	245	A5	10100101	¥	197	305	C5	11000101	Å	229	345	E5	11100101	å
134	206	86	10000110	†	166	246	A6	10100110	!	198	306	C6	11000110	Æ	230	346	E6	11100110	æ
135	207	87	10000111	‡	167	247	A7	10100111	§	199	307	C7	11000111	Ç	231	347	E7	11100111	ç
136	210	88	10001000	^	168	250	A8	10101000	"	200	310	C8	11001000	È	232	350	E8	11101000	è
137	211	89	10001001	%o	169	251	A9	10101001	©	201	311	C9	11001001	É	233	351	E9	11101001	é
138	212	8A	10001010	Š	170	252	AA	10101010	¤	202	312	CA	11001010		234	352	EA	11101010	ê
139	213	8B	10001011	<	171	253	AB	10101011	«	203	313	CB	11001011	Ë	235	353	EB	11101011	ë
140	214	8C	10001100	Œ	172	254	AC	10101100	¬	204	314	CC	11001100	Ì	236	354	EC	11101100	ì
141	215	8D	10001101		173	255	AD	10101101		205	315	CD	11001101	Í	237	355	ED	11101101	í
142	216	8E	10001110	ž	174	256	AE	10101110	®	206	316	CE	11001110	Î	238	356	EE	11101110	î
143	217	8F	10001111		175	257	AF	10101111	—	207	317	CF	11001111	Ï	239	357	EF	11101111	ï
144	220	90	10010000		176	260	B0	10110000	°	208	320	D0	11010000	Ð	240	360	F0	11110000	ð
145	221	91	10010001	'	177	261	B1	10110001	±	209	321	D1	11010001	Ñ	241	361	F1	11110001	ñ
146	222	92	10010010	'	178	262	B2	10110010	²	210	322	D2	11010010	Ò	242	362	F2	11110010	ò
147	223	93	10010011	"	179	263	B3	10110011	³	211	323	D3	11010011	Ó	243	363	F3	11110011	ó
148	224	94	10010100	"	180	264	B4	10110100	'	212	324	D4	11010100	Ô	244	364	F4	11110100	ô
149	225	95	10010101	•	181	265	B5	10110101	µ	213	325	D5	11010101	Õ	245	365	F5	11110101	õ
150	226	96	10010110	-	182	266	B6	10110110	¶	214	326	D6	11010110	Ö	246	366	F6	11110110	ö
151	227	97	10010111	—	183	267	B7	10110111	·	215	327	D7	11010111	×	247	367	F7	11110111	÷
152	230	98	10011000	~	184	270	B8	10111000	,	216	330	D8	11011000	Ø	248	370	F8	11111000	ø
153	231	99	10011001	™	185	271	B9	10111001	¹	217	331	D9	11011001	Ù	249	371	F9	11111001	ù
154	232	9A	10011010	š	186	272	BA	10111010	º	218	332	DA	11011010	Ú	250	372	FA	11111010	ú
155	233	9B	10011011	>	187	273	BB	10111011	»	219	333	DB	11011011	Û	251	373	FB	11111011	û
156	234	9C	10011100	œ	188	274	BC	10111100	¼	220	334	DC	11011100	Ü	252	374	FC	11111100	ü
157	235	9D	10011101		189	275	BD	10111101	½	221	335	DD	11011101	Ý	253	375	FD	11111101	ý
158	236	9E	10011110	ž	190	276	BE	10111110	¾	222	336	DE	11011110	Þ	254	376	FE	11111110	þ
159	237	9F	10011111	Ÿ	191	277	BF	10111111	¿	223	337	DF	11011111	ß	255	377	FF	11111111	ÿ