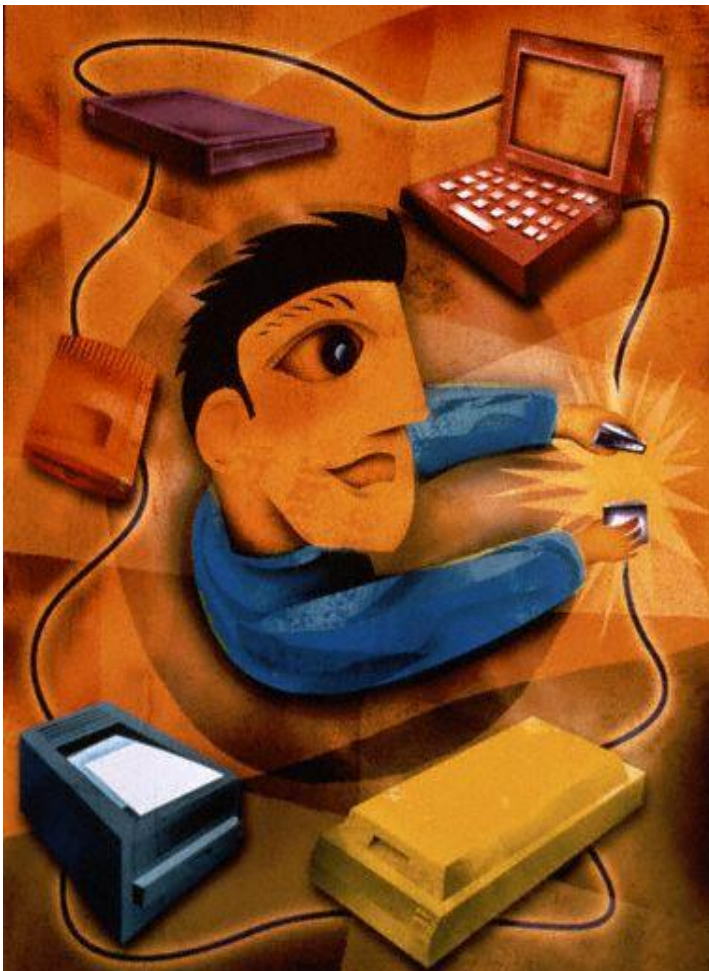
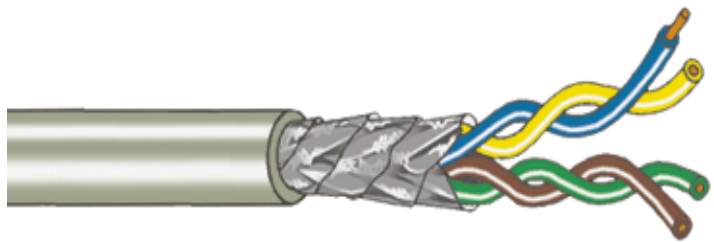


Grundlagen der Netzwerktechnik

www.netzmafia.de/skripten/netze/

www.elektronik-kompodium.de/



Unter Kommunikation versteht man grundsätzlich den Austausch von Informationen.

- Partner müssen über eine physische Verbindung verfügen.
- Partner müssen über ein gemeinsames Protokoll verfügen.

Kommunikationstechnik im Rückblick

Standardtechnik: Sprache

- Hauptproblem:

Ohne technische Hilfsmittel in der Reichweite stark begrenzt.

Einsatz technischer Hilfsmittel:

- Boten
- optische Hilfsmittel
- akustische Hilfsmittel
- elektrische, elektronische oder elektromagnetische Hilfsmittel.

Kenngößen von Kommunikationstechniken

- Reichweite
- Informationsumfang der übermittelten Nachricht
 - Ja/Nein-Botschaften
 - Komplexe Botschaften
- Zeitverhalten
 - Echtzeitkommunikation (synchron)
 - Zeitverzögerte Kommunikation (asynchron)

Kenngößen von Kommunikationstechniken

- Geschwindigkeit der Nachrichtenübermittlung
-> Datenübertragungsrate
- Signalregeneration
- Signalcodierung
 - digital (stufenförmig, nur diskrete Werte annehmend)
 - analog (beliebige stufenlose Werte annehmend)
- Dämpfung
 - allgemeiner Begriff für die Verringerung der Stärke eines Signals über große Entfernungen.
 - Einheit : Dezibel (dB)

Übertragungsmedien

- Luft (Schall)
- Freier Raum (optische und elektromagnetische Übertragung)
- Papier u.ä., menschliches Gedächtnis
- Leitungsgebundene Übertragung
 - metallische Leiter
 - (insbesondere Kupferkabel)
 - Glasfasern
 - (Lichtwellenleiter, LWL)

Entwicklung moderner Kommunikationsnetze

- Elektrizität und Leitungen als Voraussetzung
- Telegraphie
- Telefonie
- Richtfunk und Satelliten
- Datenübertragung über bestehende analoge Netze
- Computernetze

Netzwerkanwendungen

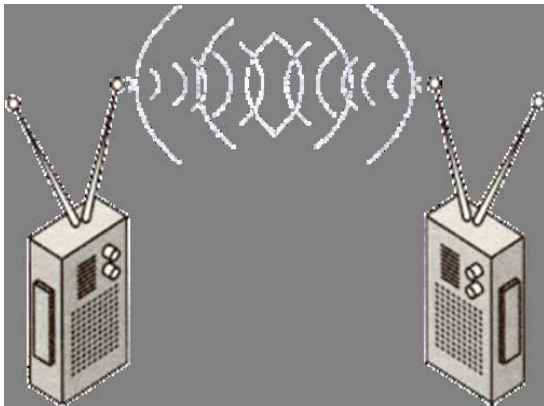
- Informationssysteme
 - World Wide Web
 - News
- Telefonie und Videokonferenzen
- Kommerzielle Anwendungen (E-Business)
- E- Mail
- File-Server

Simplex-Betrieb



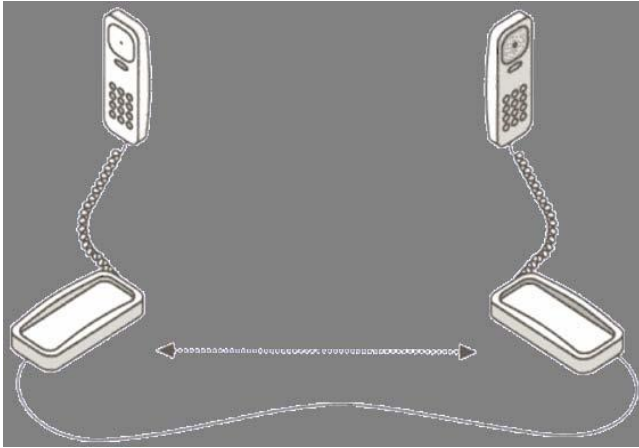
Datentransfer
nur in eine
Richtung!

Halbduplex-Betrieb



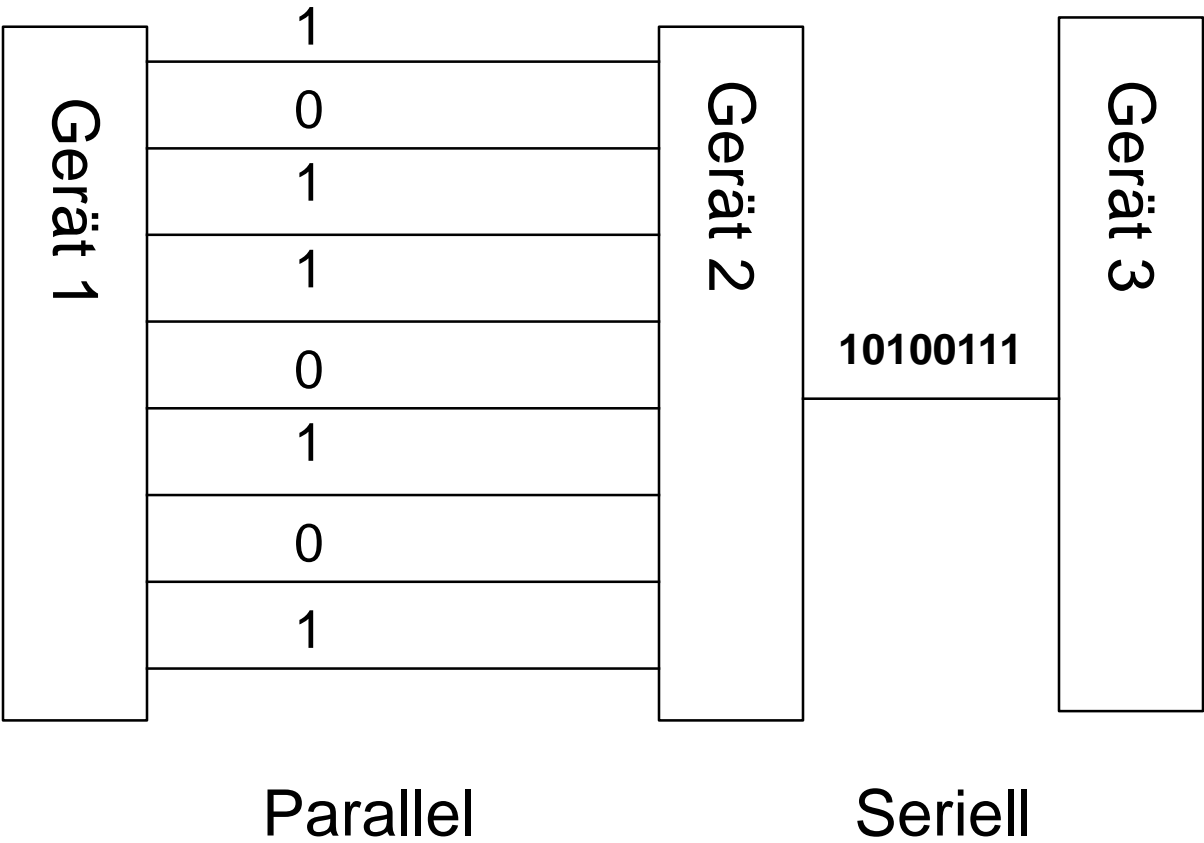
Datentransfer
in beiden
Richtungen,
aber nicht zur
gleichen Zeit!

Vollduplex-Betrieb



Datentransfer
zur gleichen
Zeit in beiden
Richtungen!

Parallele und Serielle Übertragung

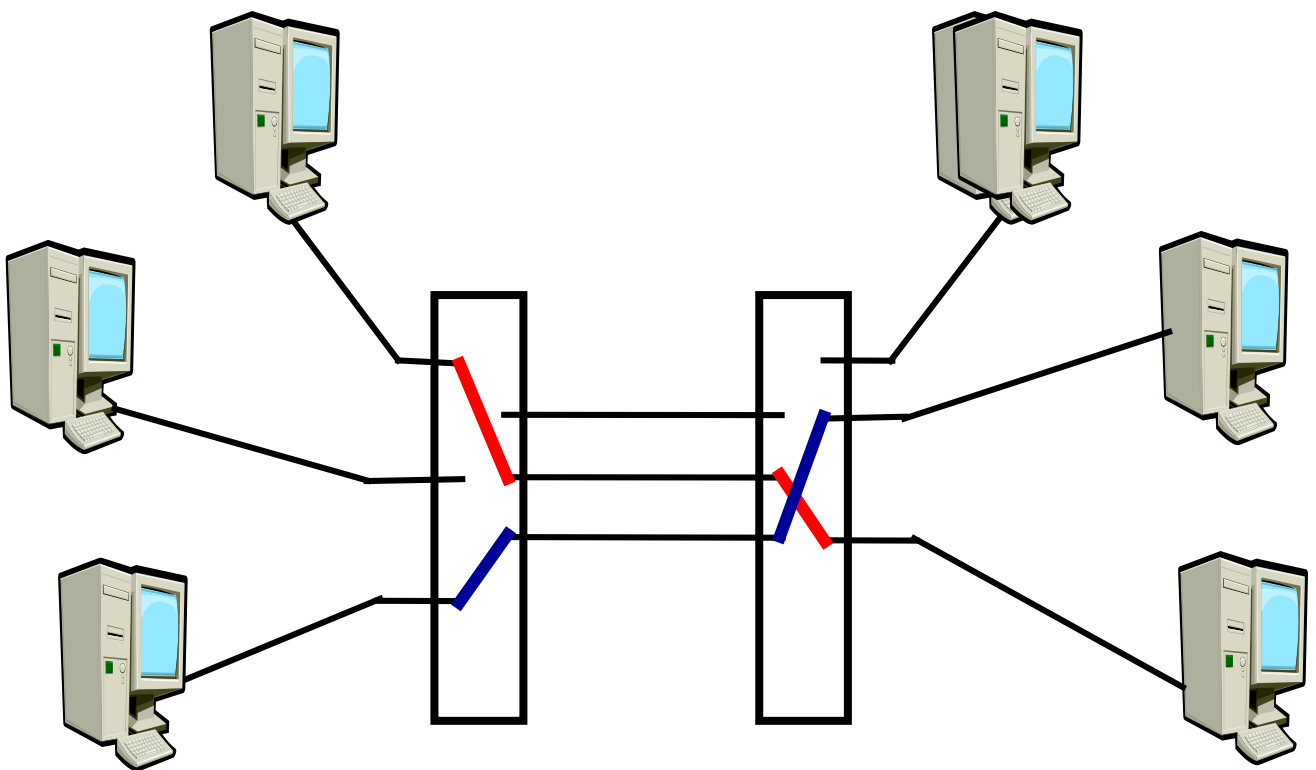


Vermittlungsmethoden für Signale

- **Leitungsvermittlung**

Zwischen zwei Rechnern wird eine durchgehende physikalische Verbindung geschaltet, die ihnen exklusiv zur Verfügung steht.

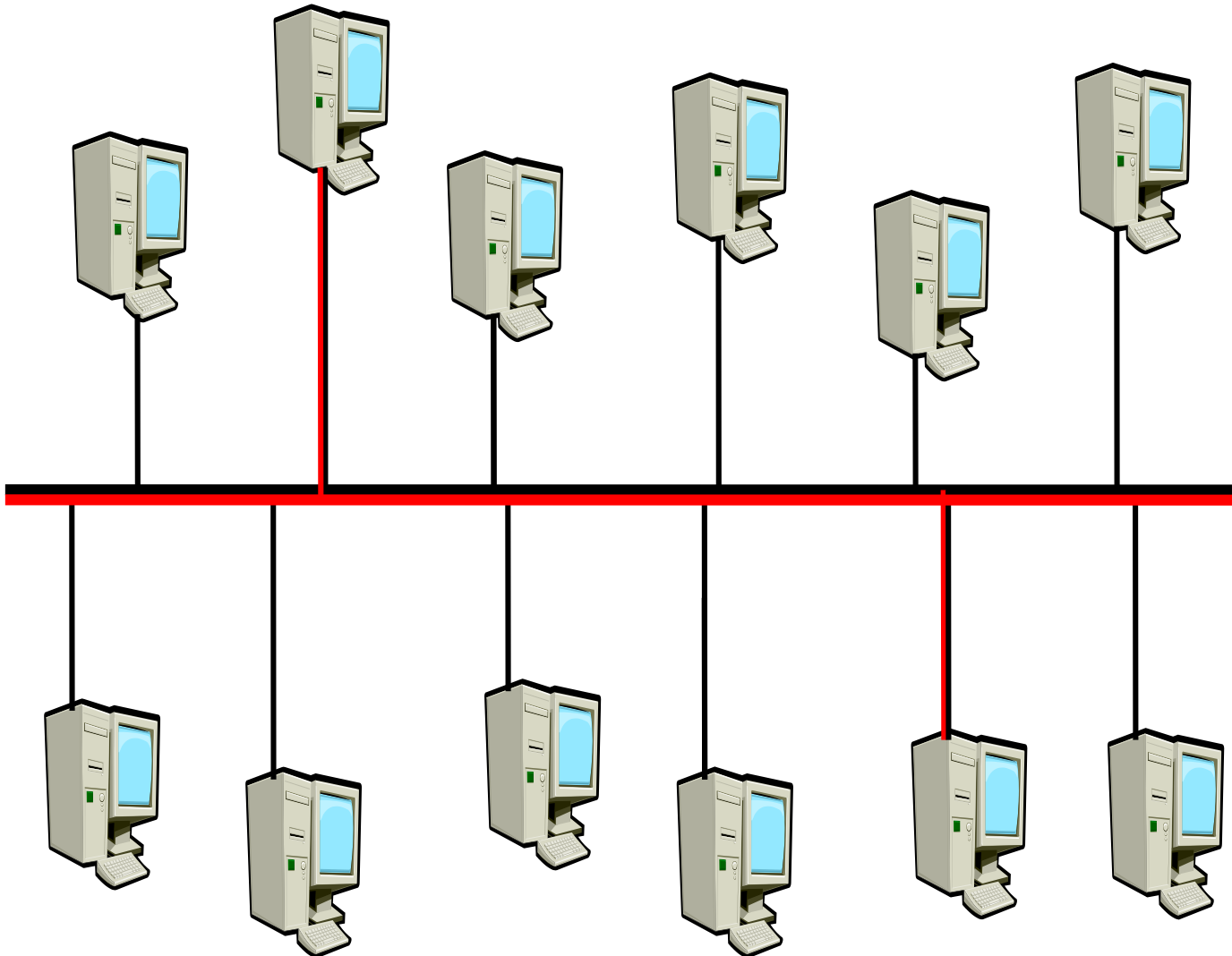
Das klassische Verfahren der herkömmlichen Telefonie.



Vermittlungsmethoden für Signale

- **Paketvermittlung**

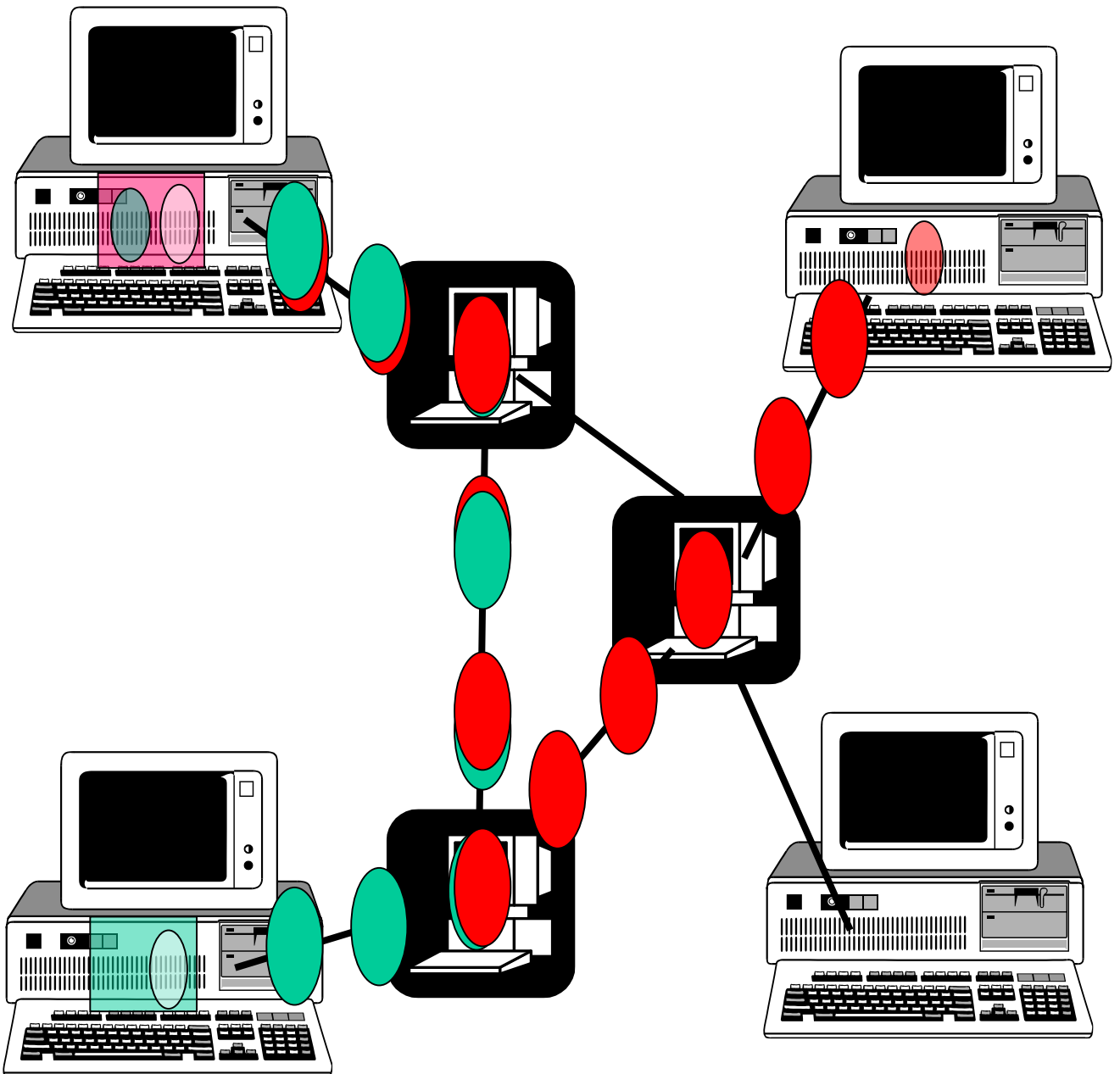
Alle mit dem Netz verbundenen Computer hören dem Datenverkehr zu, reagieren aber nur auf Nachrichten, die für sie bestimmt sind.



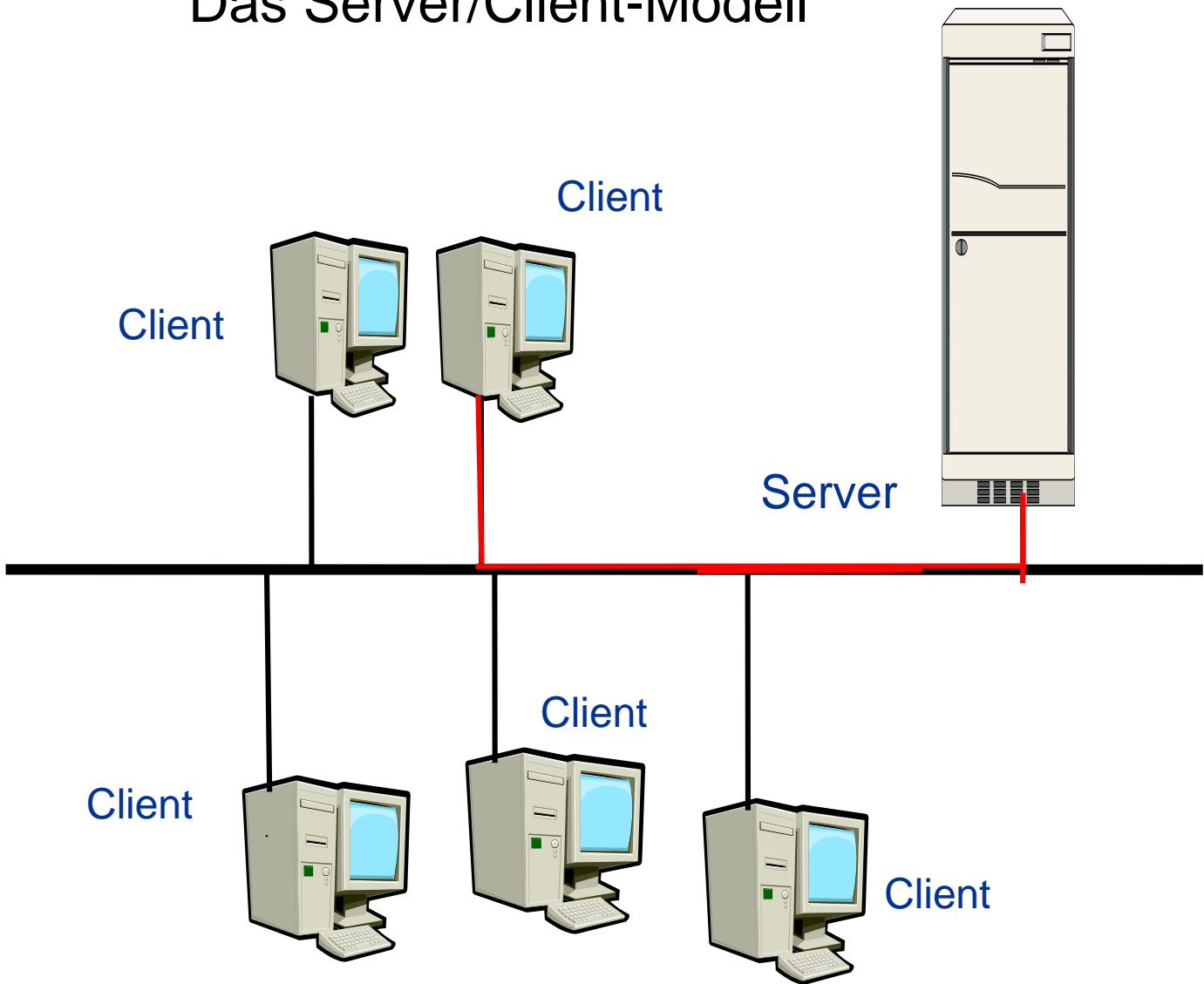
Vermittlungsmethode für Daten

- **Paketvermittlung**

Daten werden für die Übertragung in kleine Einheiten (Pakete) aufgeteilt, welche unabhängig voneinander durch das Netz zum Ziel geleitet werden.



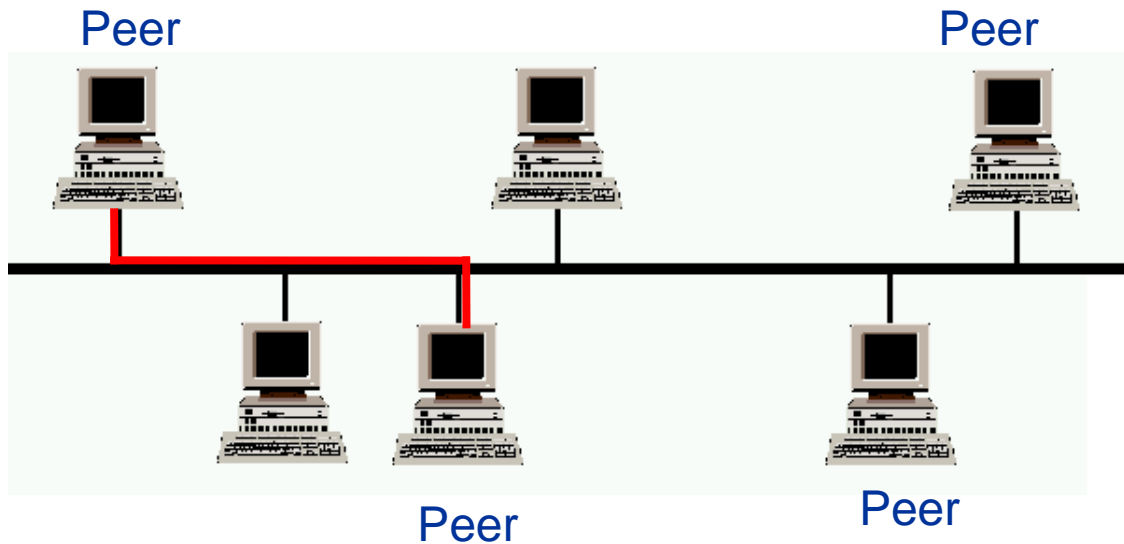
Das Server/Client-Modell



Eigenschaften

- + Nur berechtigte Clients können auf Server zugreifen.
- + Teilen von Ressourcen, spezialisierte Dienste.
- + Erhöhte Zuverlässigkeit, garantierte Verfügbarkeit.
- Große Probleme bei Ausfall des Servers.
- Verlangt große Leistung, aufwändige Verwaltung.

Das Peer-to-peer-Modell (P2P, gleich-zu-gleich)



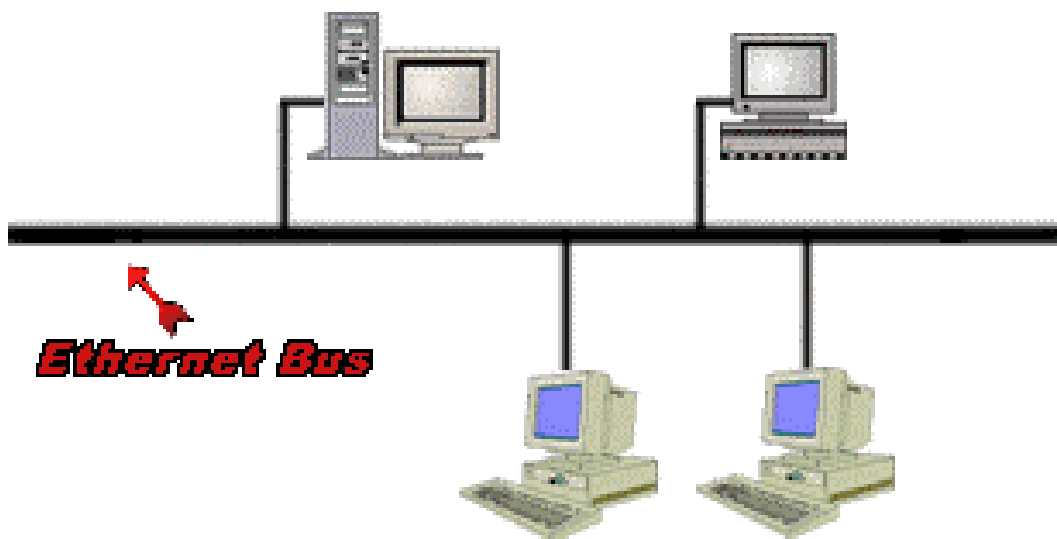
Jeder Rechner kann sowohl Client als auch Server sein

Eigenschaften

- + Vereinfachung des Zugriffs auf (frei gegebene) Datenträger eines Peer.
- + Verteilte Informationsverwaltung ("file sharing").
- + Kleiner Verlust bei Ausfall einzelner Rechner.
- Wenig Peers (wegen Verwaltungsaufwand).
- Keine Sicherheit.

LAN Local Area Network

- keine öffentlichen Leitungen
- hohe Übertragungsgeschwindigkeit (bis 10 Gbit/s)
- räumlich begrenzte Ausdehnung (< 1 km)
- hohe Ausfallsicherheit
- Entfernen und Hinzufügen von Stationen im laufenden Betrieb



MAN Metropolitan Area Network

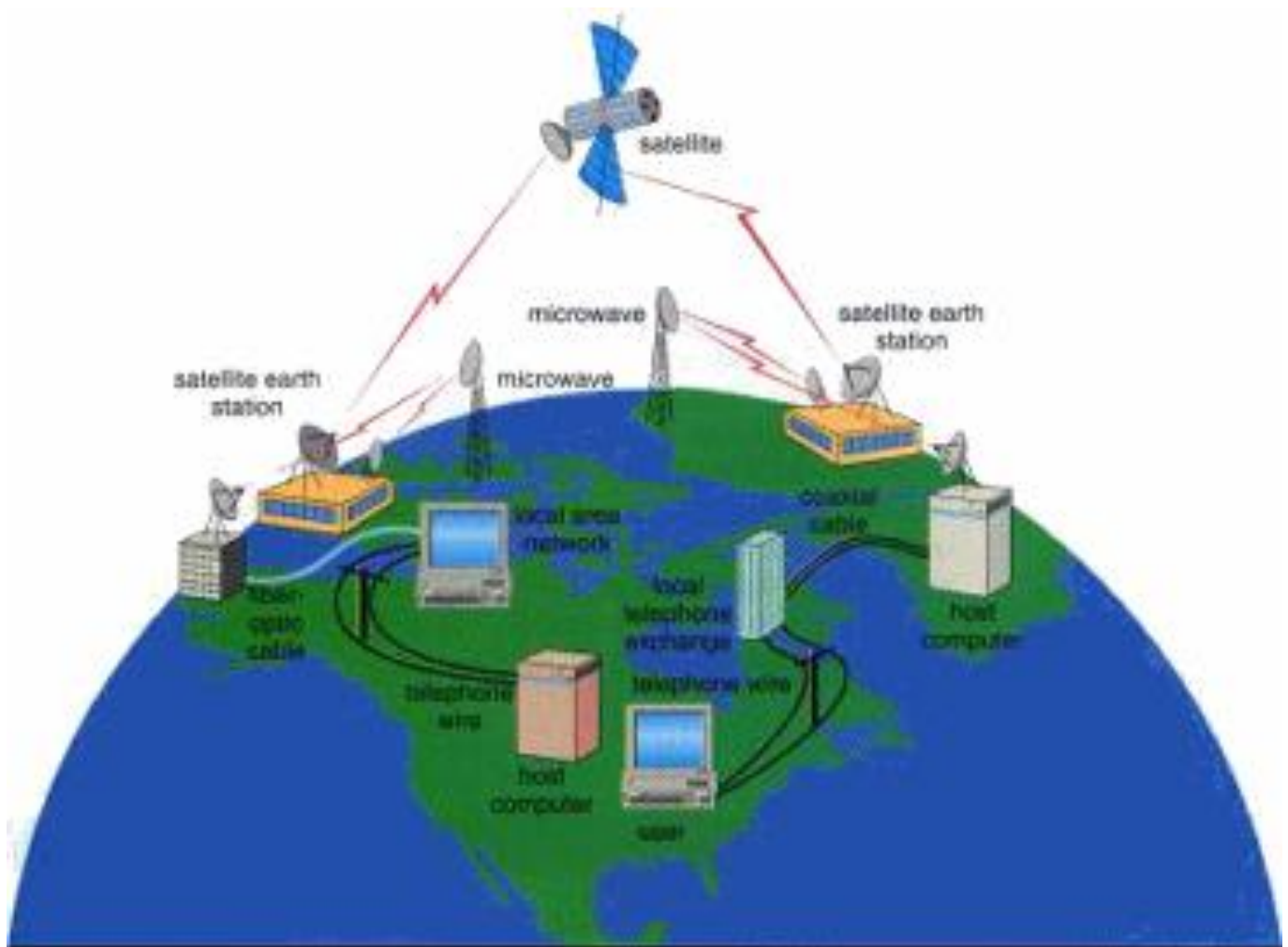
- Spezielles, eingeschränktes WAN.
- Stadtnetz oder Gebiet einer Firma.
- verwendet auch öffentliche Übertragungsleitungen.
- Unterscheidet sich vom WAN durch höhere Übertragungsraten und geringere Ausdehnung.
- z. B. : FDDI (Fiber Distributed Data Interface) bis zu 1000 Mbit/s



WAN

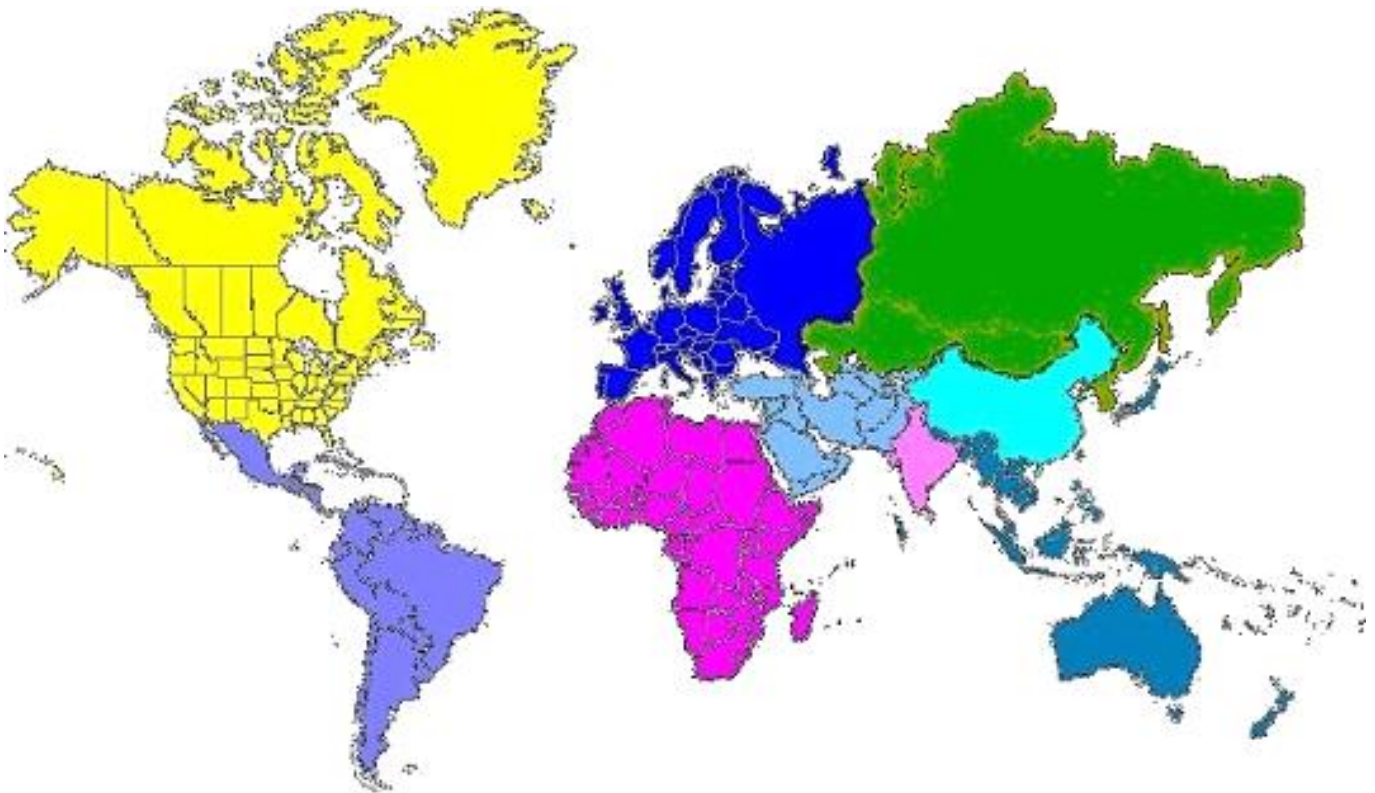
Wide Area Network

- Nationale und internationale Netzwerke
- öffentliche Datenübertragungseinrichtungen
- Übertragungsraten von 64kbit/s ...100 Gbit/s
- Verwendung von Breitbandnetzen



GAN Global Area Network

- Keine eigene Netztechnik.
- Logische Zusammenfassung der LAN's, MAN's ...
- Öffentliche und private Übertragungseinrichtungen.
- Erlaubt weltweite Kommunikation.
- Beispiel: Internet, Inmarsat, GPS, ..



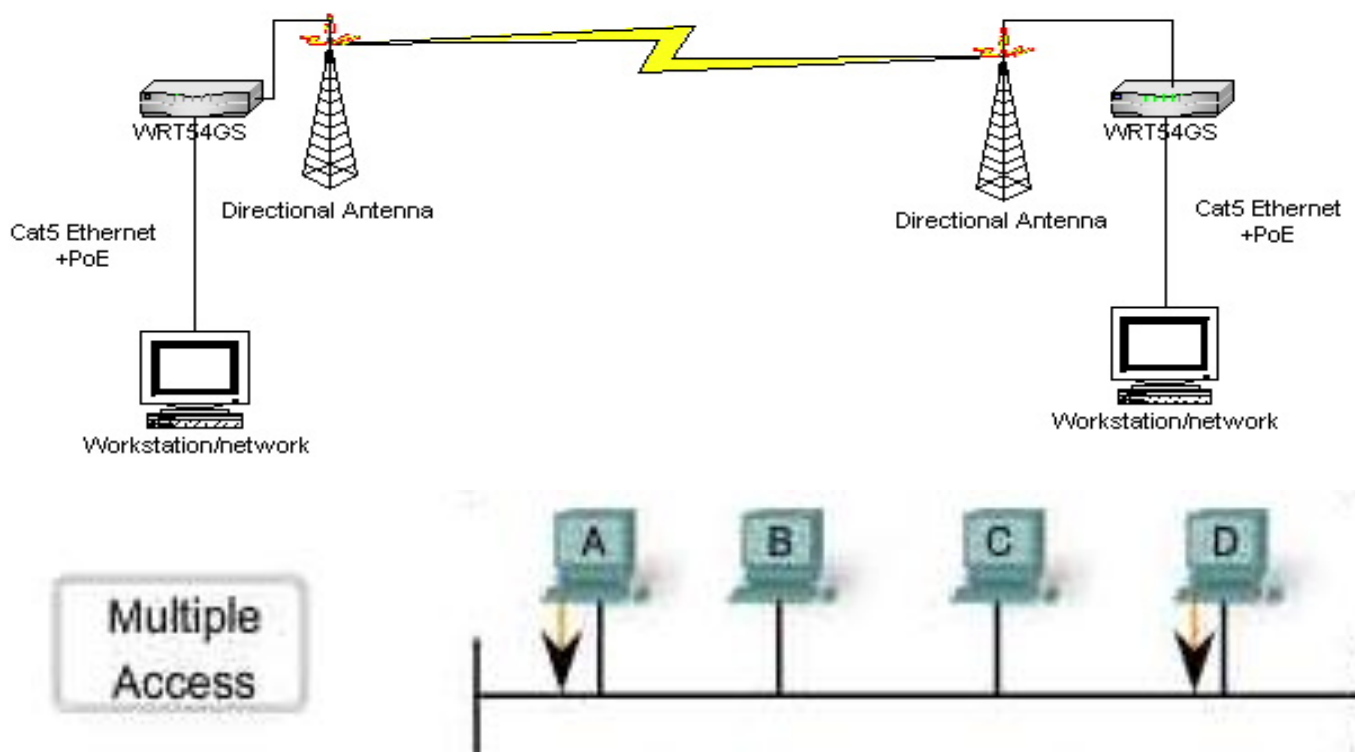
Verbindungen von Datennetzen

- Physikalische Verbindung (engl. Link) zwischen Geräten: Knoten (engl. Node).
- werden über Netzwerkadapter realisiert.

Arten von Links :

- Punkt-zu-Punkt-Verbindung (engl. Point-to-Point Link)
- dediziertes Medium (z. B. Kabel) zwischen zwei Knoten.
- gemeinsam genutzte Medien für mehrere Knoten (engl. Multiple Access Link).
- mehrere Knoten an ein Medium angebunden (z.B. Funk).

Point to Point 2.4Ghz Link



Hardware im Netzwerk

Passive Komponenten:

- keine Stromversorgung
- Kabel
- Stecker
- Passive Verteiler



Aktive Komponenten:

- Stromversorgung vorhanden
- kann auch ein Rechner sein
- Signalverstärker und Vermittlungssysteme



Übertragungsmedien

- **Drahtlose Übertragungen**

- Funk
- Licht/Laser
- Infrarot

- Probleme:

- Wetterempfindlichkeit
- oft Sichtverbindung nötig



- **Leitungsgebundene Übertragungen**

- Elektrische Signale: Kupferkabel
- Optische Signale: Glasfaserkabel

Vor-und Nachteile leitungsgebundener gegenüber leitungslosen Verfahren:

Vorteile:

- höhere Sicherheit: -> abhören, man benötigt einen physikalischen Zugang zum Netzwerk.
- höhere Datenrate
- größere Entfernungen
- Elektromog: Andere Geräte oder Menschen werden weniger stark gestört.

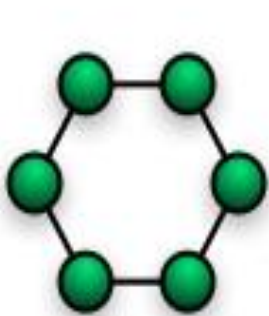
Nachteile:

- höhere Kosten für die Infrastruktur.
- geringere Flexibilität.
- keine Mobilität möglich.

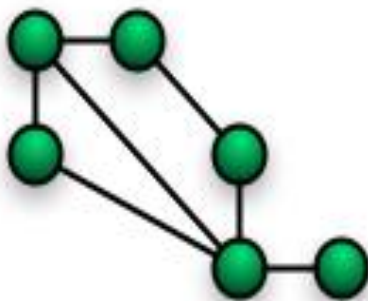
Netz-Topologien

Struktur der Verbindungen mehrerer Geräte untereinander, um einen gemeinsamen Datenaustausch zu gewährleisten.

Ausfallsicherheit: Nur wenn alternative Wege zwischen den Knoten existieren, bleibt bei Ausfällen einzelner Verbindungen die Funktionsfähigkeit erhalten.



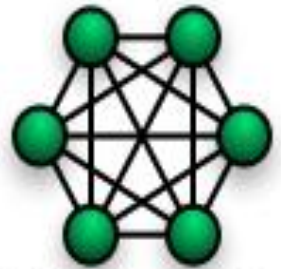
Ring



Mesh



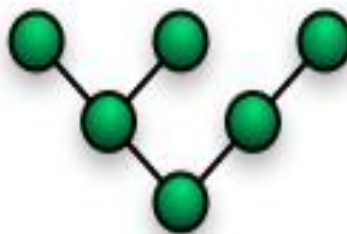
Star



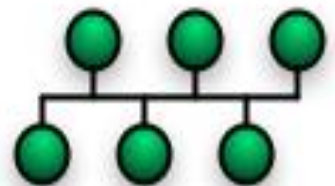
Fully Connected



Line



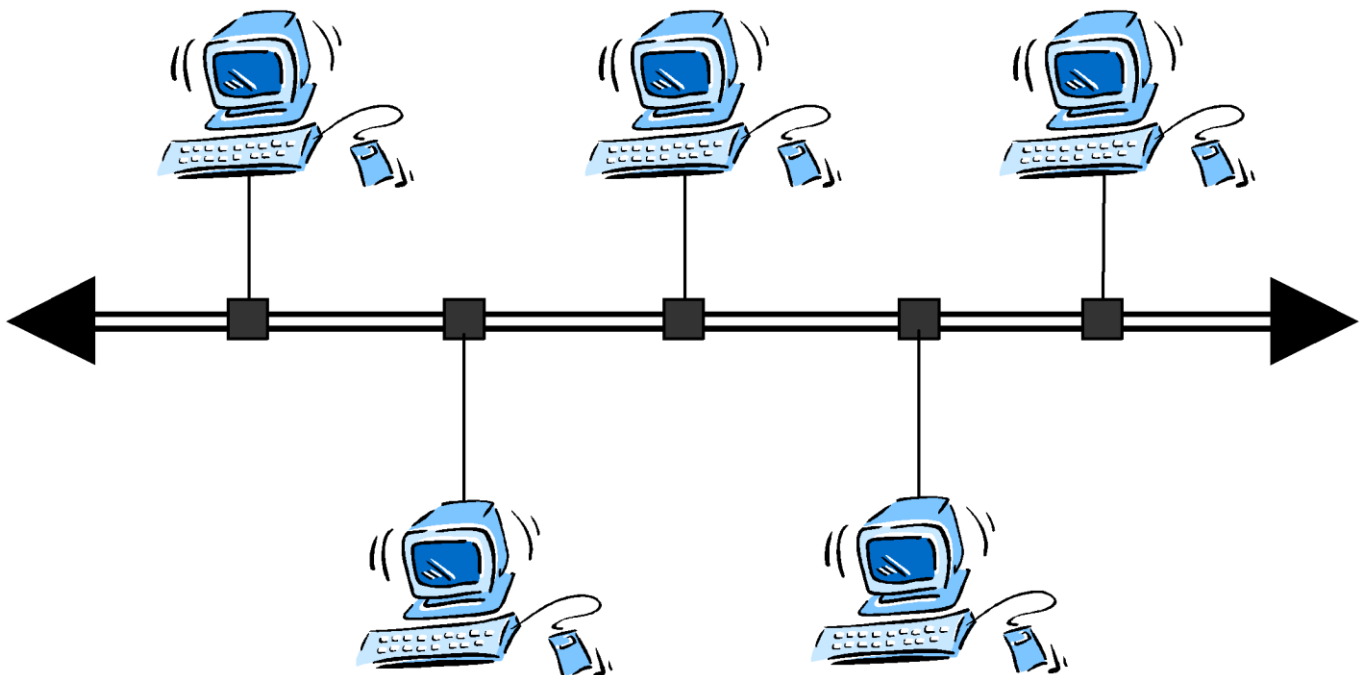
Tree



Bus

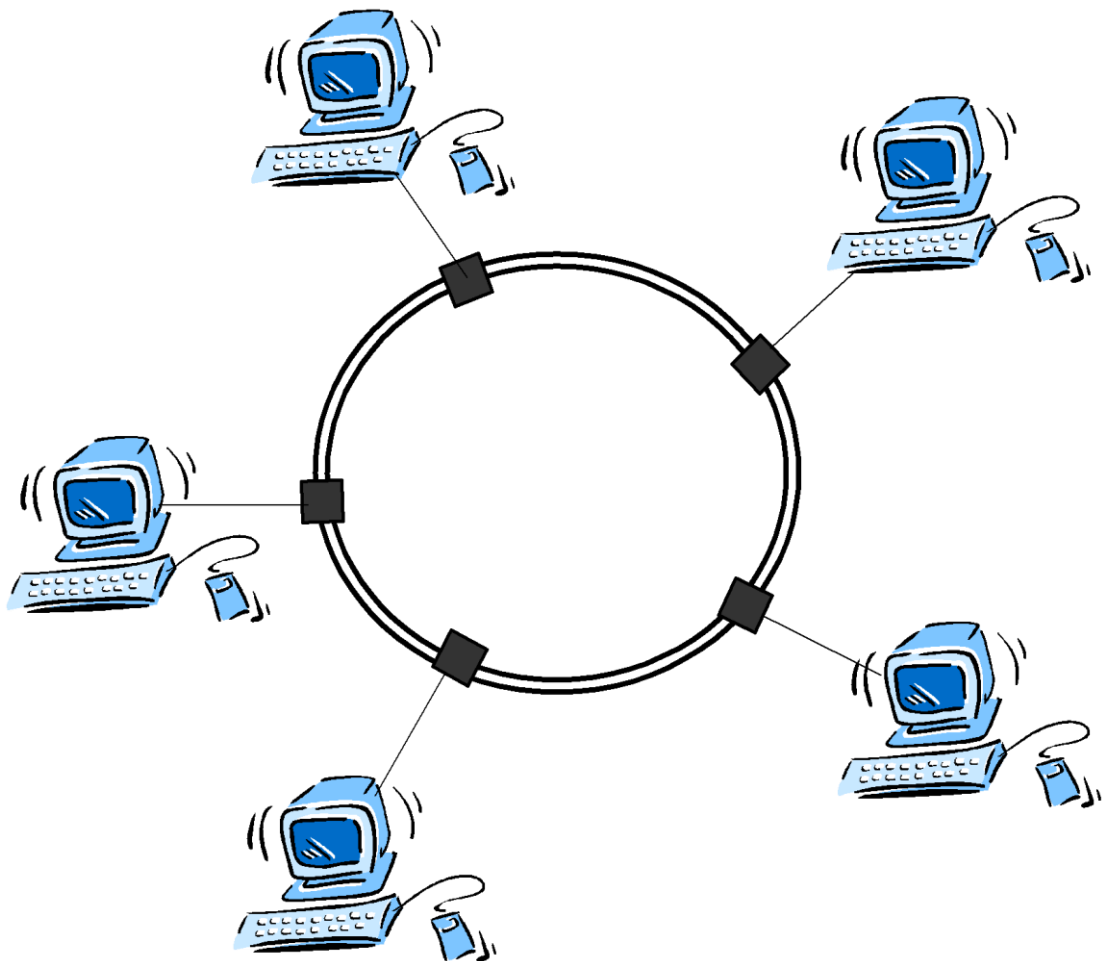
Busnetz

- einfache, günstige Verkabelung
 - Zugriffsverfahren mittels CSMA/CD (LAN)
 - Datenbus kann zu einem Engpass werden bei vielen Stationen
 - komplizierter bei der Fehlersuche
 - T-Stücke und Abschlusswiderstände notwendig
- (weitere Beispiele : CanBus, Profibus)



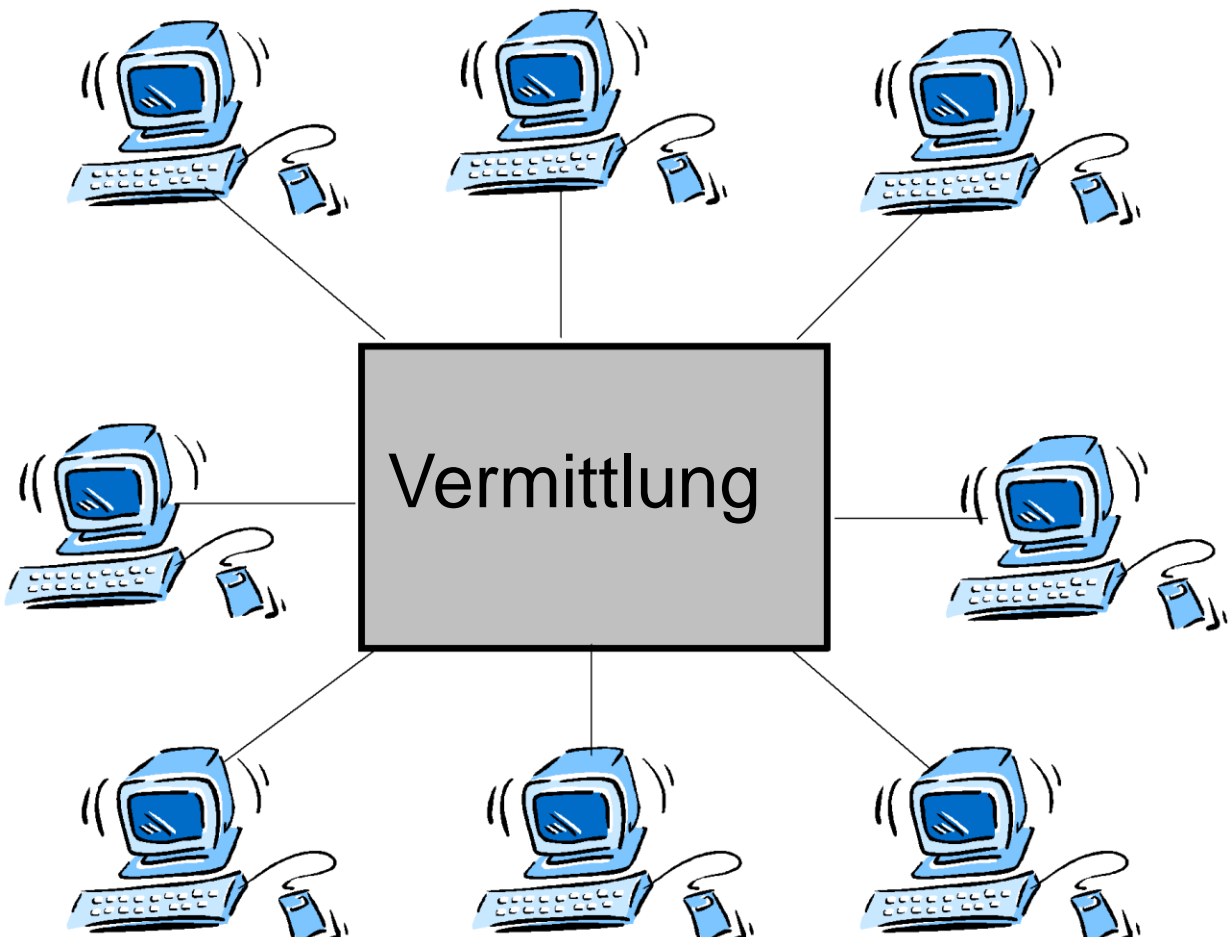
Ringnetz

- Jede Station hat einen Vorgänger und einen Nachfolger.
- Netzzugang mit einem Token (Berechtigungsmarke) geregelt.
- Einfache Verkabelung.
- Netz fällt aus, wenn eine Station ausfällt. (bei modernen Ringnetzen gibt es dieses Problem nicht mehr)



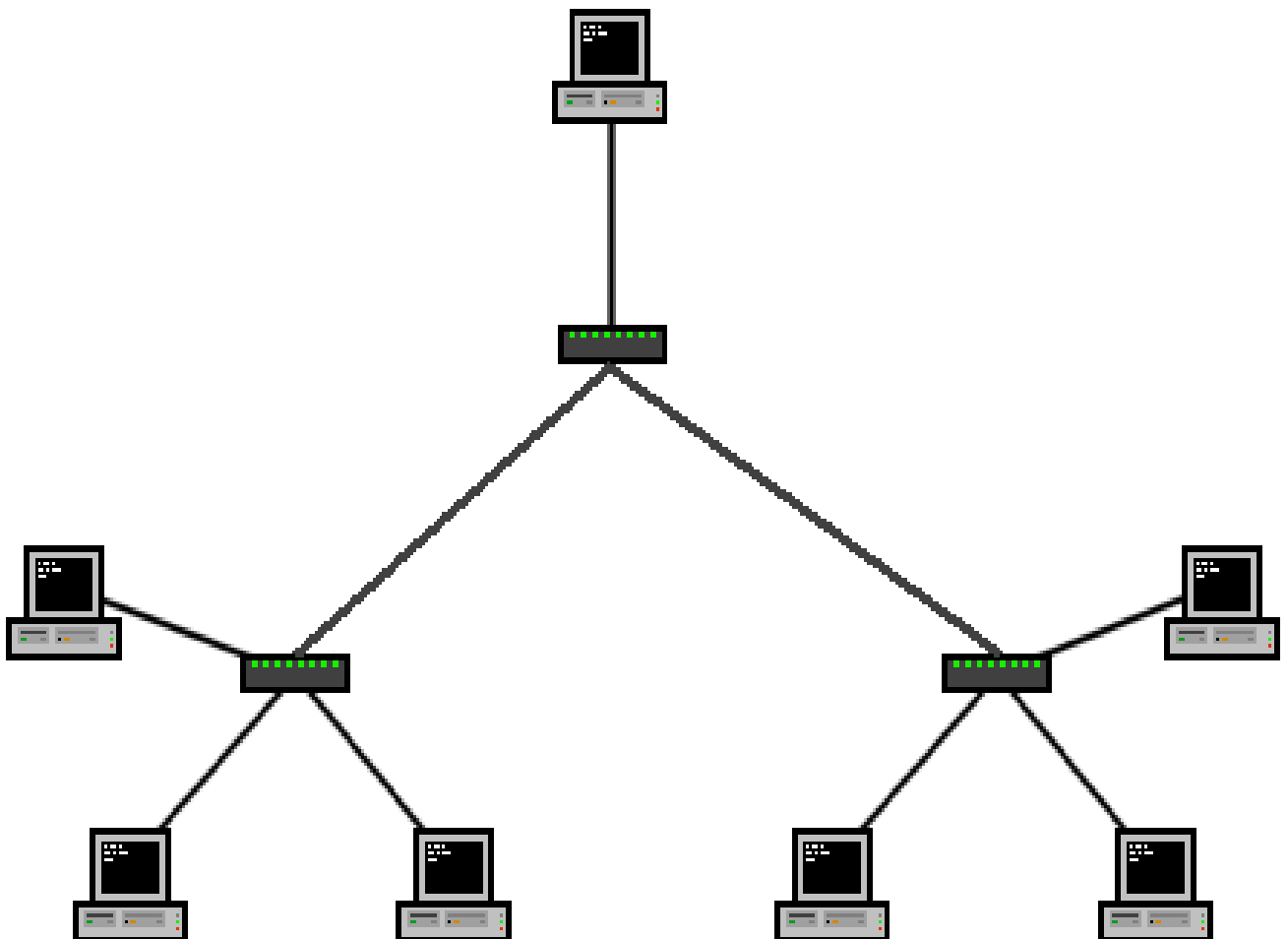
Sternnetz

- Alle Rechner an eine zentrale Vermittlungsstelle angeschlossen.
- Jeder Rechner wird nacheinander abgefragt (polling).
- Einfache Fehlerfindung.
- Benötigt relativ grosse Kabellängen.
- Fällt die Vermittlungsstelle aus, geht gar nichts mehr.



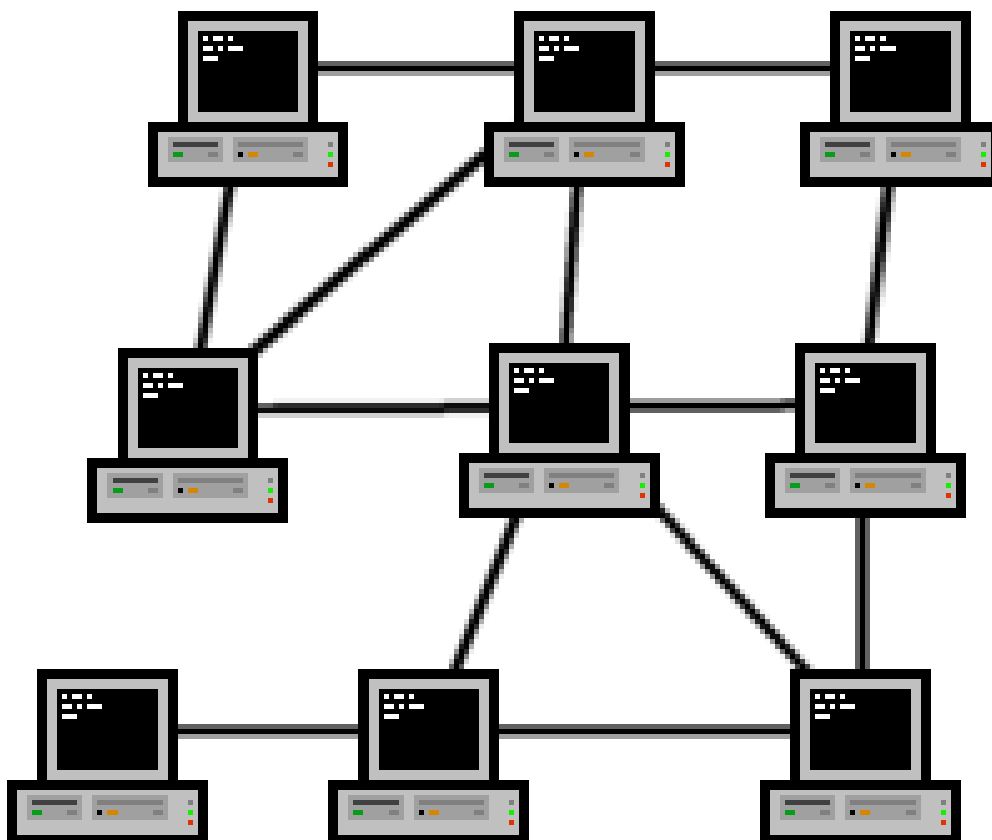
Baum-Topologie

Netztopologie, bei der mehrere Netze der Sterntopologie hierarchisch miteinander verbunden sind.

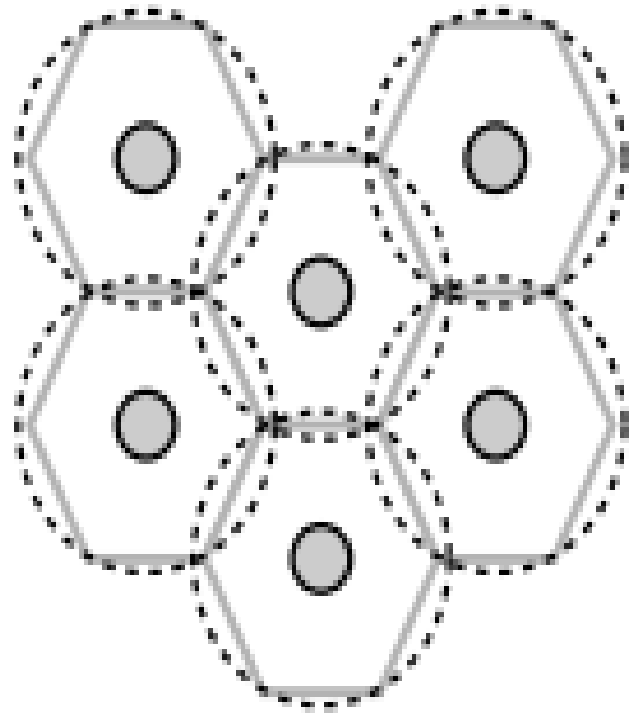


Vermaschtes Netz (Sicherste Topologie)

- Jedes Endgerät ist mit einem oder mehreren anderen Endgeräten verbunden.
- Wenn jeder Teilnehmer mit jedem anderen Teilnehmer verbunden ist, spricht man von einem vollständig vermaschten Netz.



Zellen-Topologie



- Kommt hauptsächlich bei drahtlosen Netzen zum Einsatz
- Zelle: Bereich, in dem Endgeräte mit der Basisstation kommunizieren können.
- Vorteil: Keine Störung durch Ausfall von Endgeräten.
- Nachteil: Begrenzte Reichweite der Basisstationen (abhängig von deren Anzahl und Positionen).
- Beispiele: Wireless LAN (IEEE 802.11), Global System for Mobile Communications (GSM), Bluetooth-Hotspots als Funkzellen.

Leitungsgebundene Übertragungsmedien

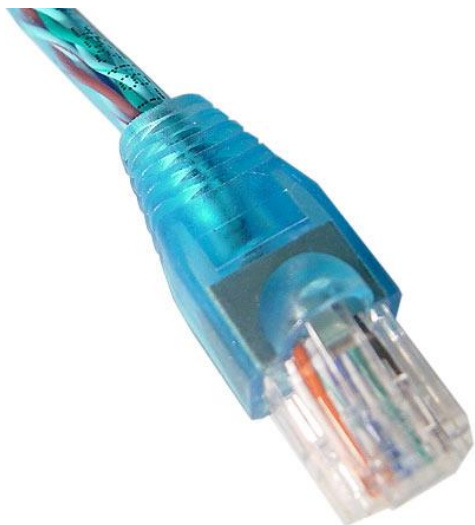
Twisted-Pair-Kabel,
Koaxialkabel,
Lichtwellenleiter



Twisted-Pair-Kabel



- Durch die jeweilige Verdrillung des Hinleiters mit dem Rückleiter (das Adernpaar) ist die Datenübertragung weniger störanfällig.
- Insgesamt 8 Einzelleiter
- Fast- oder Gigabit-Ethernet möglich (bis 10 GBit/s)

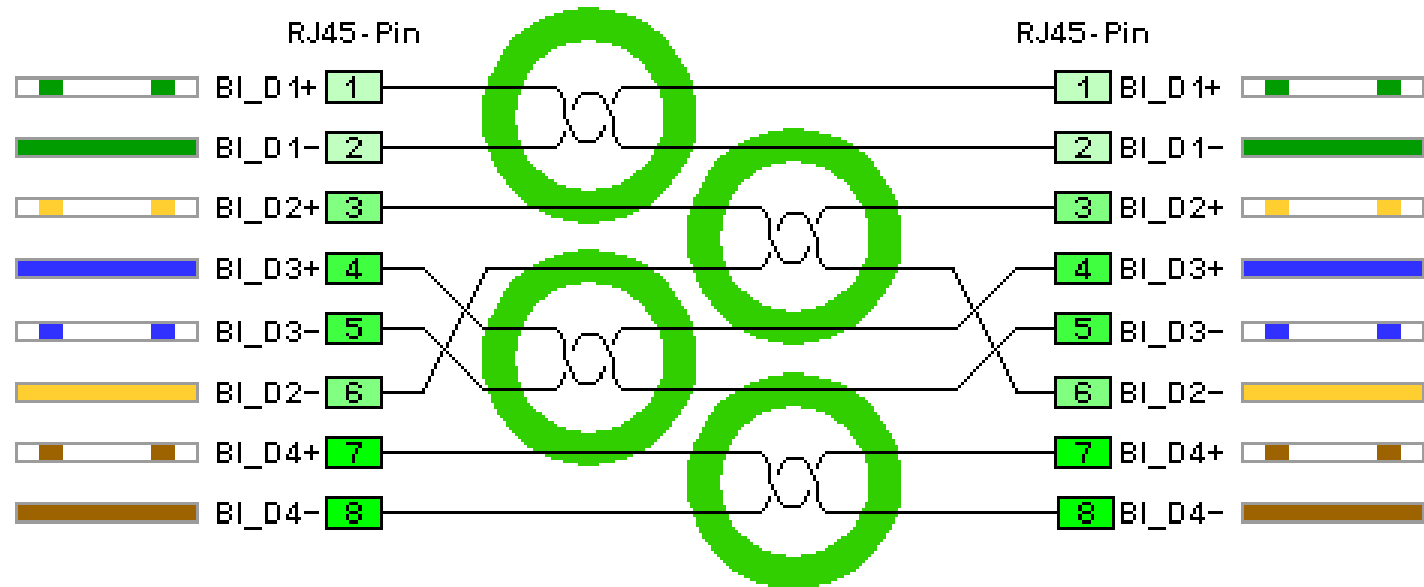


RJ-45 Stecker

Patchkabel

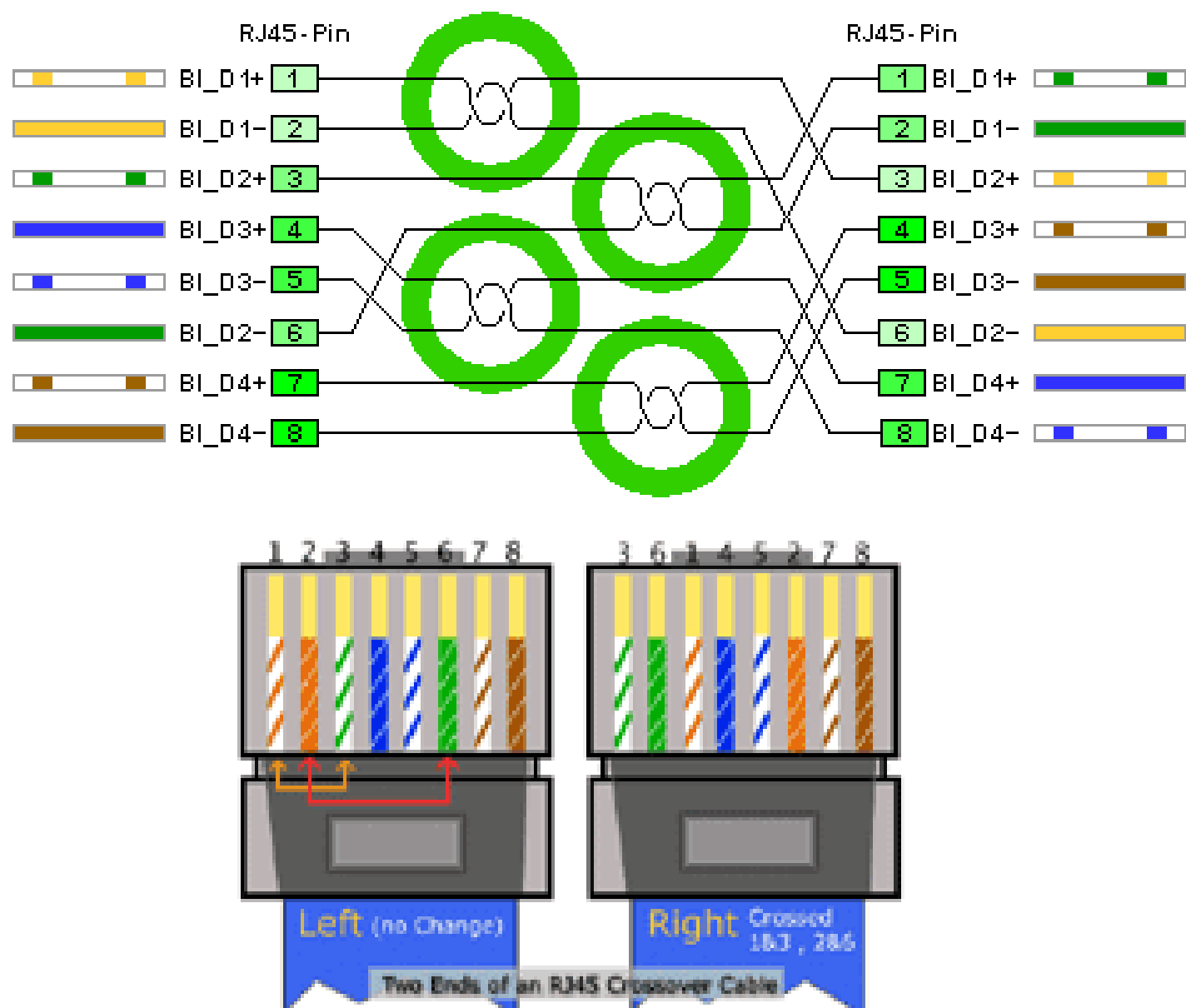
(engl. to patch – zusammenschalten),

- variable, nicht fest verlegte Kabelverbindungen.
- Patchkabel sind 1:1 verdrahtet.



Crosskabel oder Crossoverkabel

Achtadriges Twisted-Pair-Kabel das zwar auf jeder Seite einen RJ45-Stecker besitzt, wobei allerdings in einem Stecker gewisse Kabeladern vertauscht werden (engl. to cross: kreuzen). Es wird benötigt, um z.B. zwei Computer direkt miteinander zu verbinden. (Auto MDI-X -> ab 1GBit)



Koaxialkabel

Zweiadrige Kabel mit konzentrischem Aufbau, sie bestehen aus einem Innenleiter der von einem in konstantem Abstand um den Innenleiter angebrachten Außenleiter umgeben ist. Im Zwischenraum befindet sich ein Isolator.

- **10 Mbit/s maximal**



T-Stücke & Abschlusswiderstände in
BNC-Technik



Lichtwellenleiter (LWL)

Flexible optische Medien aus Mineralglas oder organischem Glas (Kunststoff), in denen Licht kontrolliert geleitet werden kann.

SC-Stecker



MTP-Stecker mit 24 Fasern



Vor-und Nachteile von LWL

Vorteile

hohe Übertragungsraten (Gigabit- bis Terabit/s-Bereich, selbst in alten Installationen)

sehr große Reichweiten durch geringe Dämpfung (bis mehrere hundert Kilometer)

kein Übersprechen (ungewollte Signaleinstreuung auf benachbarte Fasern)

keine Beeinflussung durch äußere elektrische oder elektromagnetische Störfelder

Nachteile

Höhere Anschlusskosten

Hoher Konfektionierungsaufwand

Teure Gerätetechnik

WLAN

(Wireless Local Area Network =
Kabelloses Lokales Netzwerk)

- “drahtloses” lokales Funknetz
- bis 100 Meter Reichweite auf freier Fläche
- Verschlüsselung notwendig
- 600 Mbps maximal (MIMO-Technik = Multiple Input Multiple Output)
- Standard 54 Mbps

WLAN-
Netzwerkkarte



MIMO WLAN-Router

WLAN Beispiel

802.11g Wireless LAN Access Point (TEW-430APB)



Workstation with
Wireless PCI Adapter
(TEW-423PI)

Notebook with
Wireless PC Card
(TEW-421PC)



Workstation with
PCI Adapter
(TE100-PCIWN)



Cable/DSL 4-Port
Firewall Router
(TW100-BRF114)



Cable/DSL
Modem

54Mbps Wireless
10/100Mbps

Weitere aktive und passive Netzwerkkomponenten



Netzwerkkarte

(engl.: NIC : Network Interface Card)

Elektronische Schaltung zur Verbindung eines Computers mit einem lokalen Netzwerk zum Austausch von Daten.

Primäre Aufgabe ist die Herstellung einer physikalischen Verbindung zum Netzwerk über ein geeignetes Zugriffsverfahren (zum Beispiel CSMA/CD) und die Implementierung der ersten und/oder zweiten OSI-Schicht (meist Ethernet).

Jede Ethernet-Netzwerkkarte besitzt eine weltweit eindeutige MAC-Adresse, die vom Hersteller vergeben wird.



Ethernet

Netzwerkkarte

Repeater

(engl.: Wiederholer)

Ein Repeater ist ein reiner Signalverstärker.

- arbeitet auf OSI-Layer 1.
- keinerlei Veränderung der Daten.
- kann ein Netz physikalisch ausdehnen.
- keine Aufteilung in Kollisionsabschnitte.



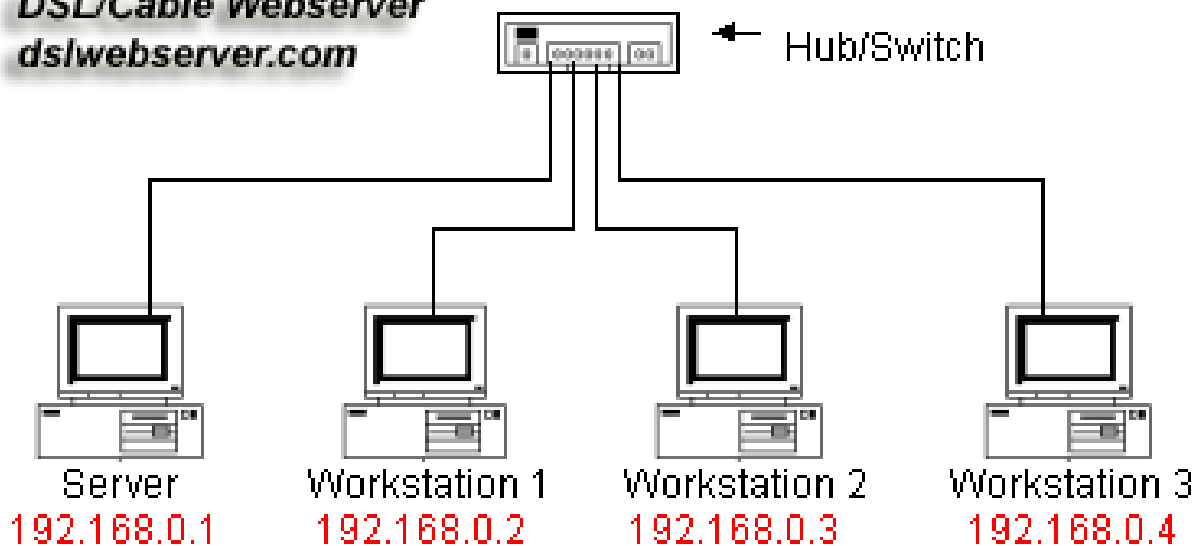
Hub (engl.: Nabe, Knotenpunkt)

Gerät, das Netzwerk-Knoten sternförmig verbindet.

Ein Hub arbeitet, genauso wie ein Repeater, auf Ebene 1 des ISO/OSI-Referenzmodells (Bitübertragungsschicht) und wird deswegen auch Multiport-Repeater oder Repeating-Hub genannt.

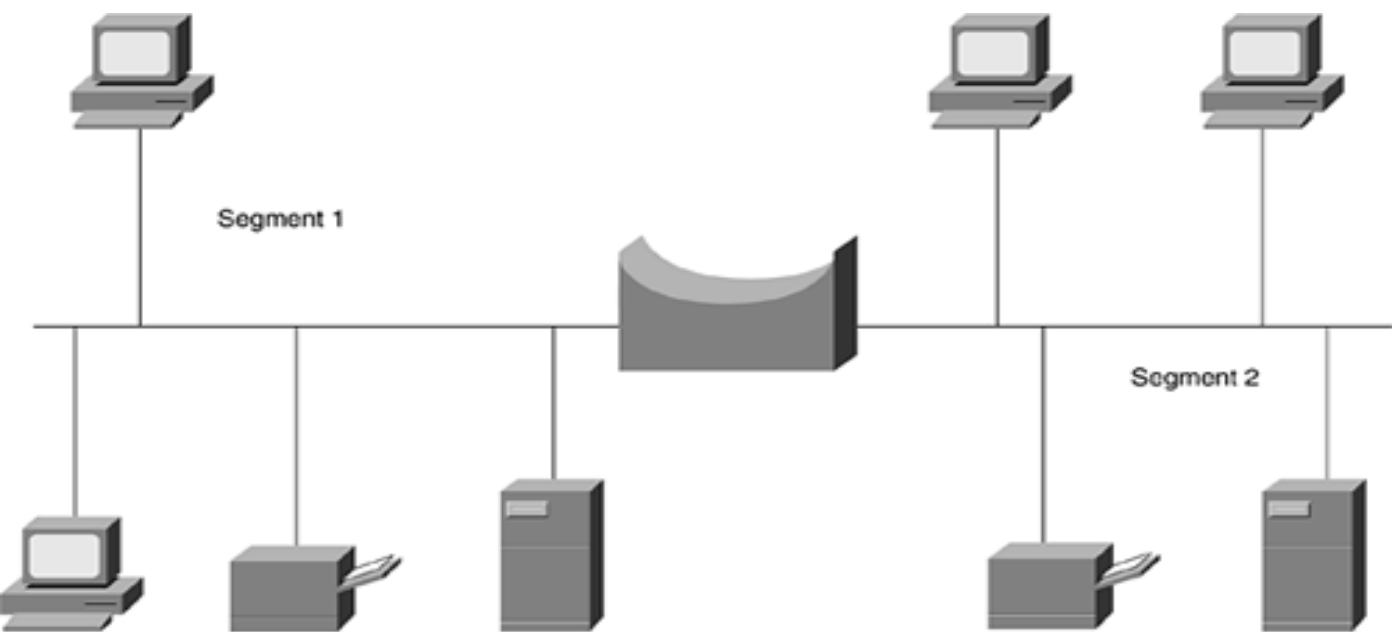
Gemeinsame Kollisionsdomäne.

DSL/Cable Webserver
dslwebserver.com



Bridge (engl.: Brücke)

- Eine Bridge kann Datenpakete in ein anderes Segment übertragen.
- arbeitet auf OSI-Layer 2
- Datenpakete für dasselbe Segment werden nicht übertragen.
- hängt von der MAC-Adresse ab.
- die Transferkapazität wird erhöht



Switch (engl. Schalter, auch Weiche)

Komponente zur sternförmigen Verbindung mehrerer Netz-Segmente in einem LAN.

Werden auch als intelligente Hubs oder Multi-Port-Bridges bezeichnet.

Switches arbeiten auf der Schicht 2 (Sicherungsschicht) des OSI-Modells.

Der Switch verarbeitet die 48-Bit MAC-Adressen (z.B. 08:00:20:ae:fd:7e) und legt dazu eine SAT (Source-Address-Table) an.

Switches haben meist zwischen 4 bis 48 Ports.

Man unterscheidet auch zwischen Layer-2- und Layer-3-Switches.



Router (engl.: Wegewähler)

Vermittlungsrechner, der mehrere Rechnernetze koppelt.

Beim Router eintreffende Netzwerk-Pakete eines Protokolls werden auf Basis von Layer-3 Informationen analysiert und zum vorgesehenen Zielnetz weitergeleitet oder geroutet.

Besitzt für jedes an ihn angeschlossene Netz eine Schnittstelle (Interface).

Eine Routingtabelle gibt an, über welchen Anschluss des Routers (bzw. welche Zwischenstation) welches Netz erreichbar ist.



Die 3 wichtigsten Zahlensysteme für Computer

dezimal	hexadezimal	binär
0	0	0000
1	1	0001
2	2	0010
3	3	0011
4	4	0100
5	5	0101
6	6	0110
7	7	0111
8	8	1000
9	9	1001
10	A	1010
11	B	1011
12	C	1100
13	D	1101
14	E	1110
15	F	1111

Zählen im Sedezimalsystem

0	10	20		F0	100
1	11	21		F1	101
2	12	22		F2	102
3	13	23		F3	103
4	14	24		F4	104
5	15	25		F5	105
6	16	26		F6	106
7	17	27	F7	107
8	18	28		F8	108
9	19	29		F9	109
A	1A	2A		FA	10A
B	1B	2B		FB	10B
C	1C	2C		FC	10C
D	1D	2D		FD	10D
E	1E	2E		FE	10E
F	1F	2F		FF	10F

Umwandlung von Hexadezimalzahlen in Dezimalzahlen

Beispiel $4FE_{16}$:

$$4 \cdot 16^2 + 15 \cdot 16^1 + 14 \cdot 16^0 = 1278_{(10)}$$

Umwandlung von Dualzahlen in Dezimalzahlen

Beispiel 1101_2 :

$$[1101]_2 = 1 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = [13]_{10}$$

Umwandlung von Dualzahlen in Hexadezimalzahlen

Beispiel 1101011100011111_2 :

Die Dualzahl wird in 4-er-Gruppen geteilt:

$1101 \ 0111 \ 0001 \ 1111_2$,

für diese Gruppen sind die Sedezimalziffern nach obiger Tabelle zu schreiben, daraus ergibt sich die Sedezimalzahl :

$D71F_{16}$

Beispiel Umrechnung : Dual -> Dezimal

Welchem dezimalen Wert entspricht die Dualzahl **11001101** ?

Dualzahl: **1 1 0 0 1 1 0 1** $(11001101)_2$

Potenz: **$2^7 = 128$**

plus

$2^6 = 64$

plus

$2^3 = 8$

plus

$2^2 = 4$

plus

$2^0 = 1$

Dezimalzahl: **$128 + 64 + 8 + 4 + 1 =$**
205

Die Dualzahl 11001101 entspricht der Dezimalzahl 205

Übung :

Zeigen sie das folgendes richtig ist :

$$10111011_{\text{dual}} = \text{BB}_{\text{sedezimal}} = 187_{\text{dezimal}}$$

Dual -> Sedezimal (Hexadezimal)

$$1011_{\text{dual}} = \text{B}_{\text{sedezimal}}$$



$$1011 \quad 1011 = \text{B} \quad \text{B}$$

Dual -> Dezimal

$$128+32+16+8+2+1 = 187$$

OSI-Modell (ISO-OSI-Schichtmodell, engl.: Open Systems Interconnection Reference Model)

beschreibt modellhaft eine Art der Datenübertragung für die Kommunikation offener, informationsverarbeitender Systeme (etwa zwischen Computern im Internet).



ISO-OSI

Das ISO-OSI-Schichtenmodell gedächtnistechnisch abspeichern

Anwendung, **D**arstellung, **S**itzung, **T**ransport,
Vermittlung, **S**icherung, **B**itübertragung



Alle **D**urstigen **S**tuttgarter **T**rinken **V**iel
Schäumendes **B**ier.

Das OSI-Modell lässt sich durch folgende Analogie verständlicher machen:

Ein Firmenmitarbeiter möchte seinem Geschäftspartner, der eine andere **Sprache** spricht, eine **Nachricht** senden. Der Mitarbeiter ist mit dem Anwendungsprozess, der die **Kommunikation** anstößt, gleichzusetzen. **Anwendungsschicht**

Er spricht die Nachricht auf ein **Diktiergerät**.

Sein Assistent bringt die Nachricht auf **Papier** und übersetzt diese in die Fremdsprache. Der Assistent wirkt somit als **Darstellungsschicht**.

Danach gibt er die Nachricht an den Lehrling, der den Versand der Nachricht verwaltungstechnisch abwickelt und damit die **Sitzungsschicht** repräsentiert.

Der Hauspostmitarbeiter (gleich **Transportschicht**) bringt den **Brief** auf den Weg.

Dazu klärt er mit der **Vermittlungsschicht** (gleich Briefpost), welche Übertragungswege bestehen und wählt den geeigneten aus.

Der Postmitarbeiter bringt die nötigen Vermerke auf den Briefumschlag an und gibt ihn weiter an die Verteilstelle, die der **Sicherungsschicht** entspricht.

Von dort gelangt der Brief zusammen mit anderen in ein Transportmittel wie **LKW** und **Flugzeug** und nach eventuell mehreren Zwischenschritten zur Verteilstelle, die für den Empfänger zuständig ist.

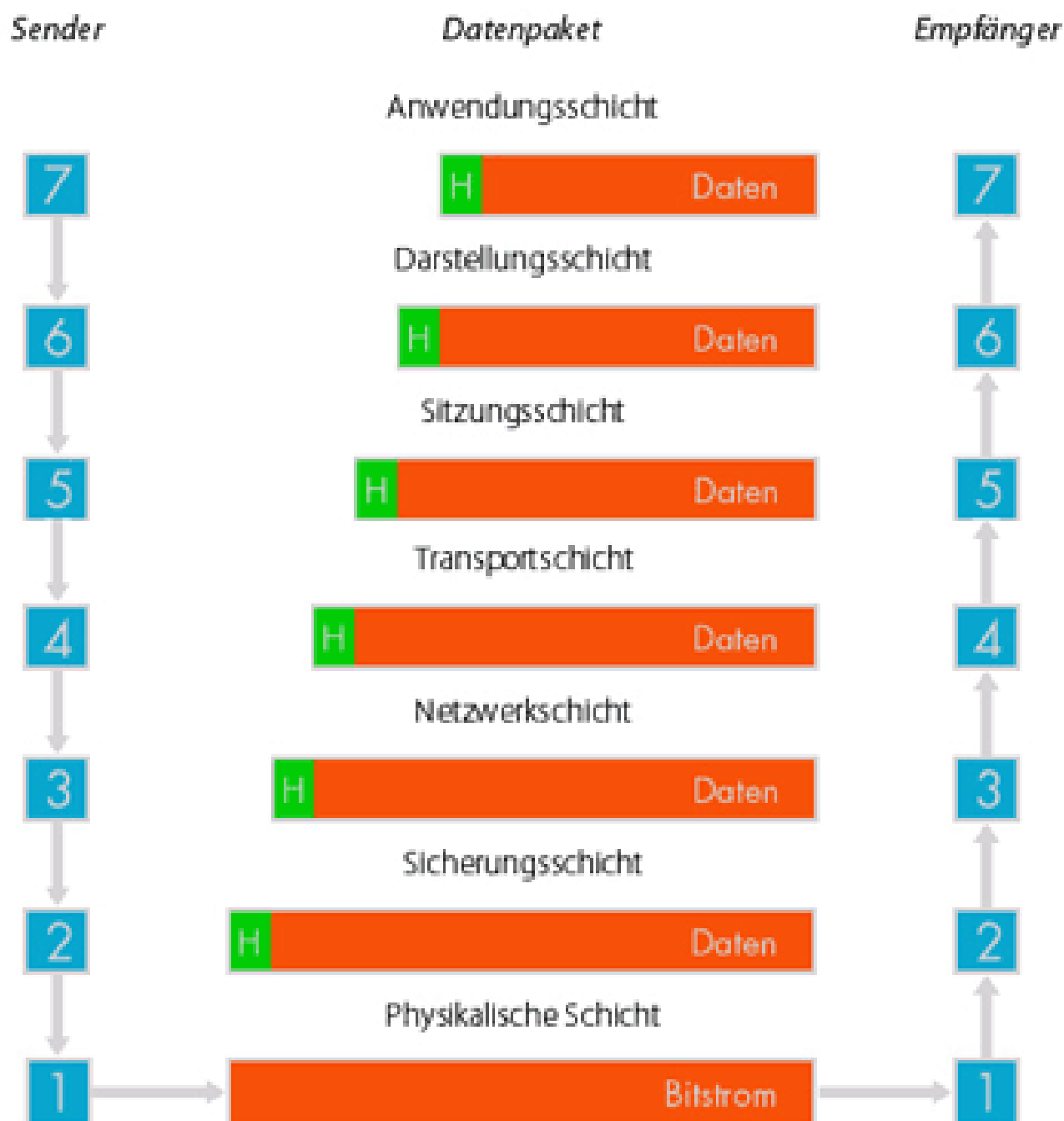
Bitübertragungsschicht

Auf der Seite des Empfängers wird dieser Vorgang nun in umgekehrter Reihenfolge durchlaufen, bis der Geschäftspartner die Nachricht schließlich in übersetzter Sprache auf ein Diktiergerät gesprochen vorfindet.

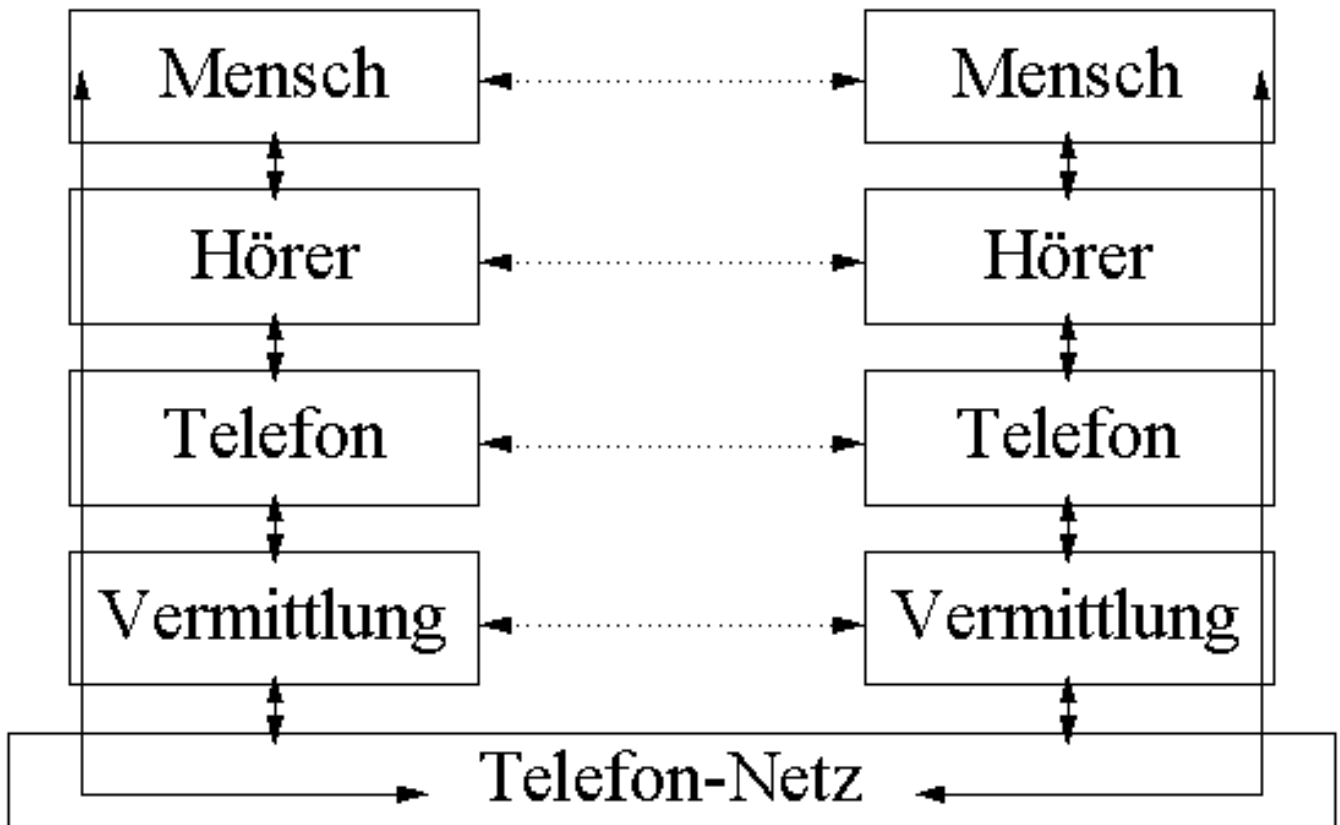
Diese grobe Analogie zeigt allerdings nicht auf, welche Möglichkeiten der Fehlerüberprüfung und -behebung das OSI-Modell vorsieht, da diese beim Briefversand nicht bestehen.



Wie eine E-Mail vom Sender zum Empfänger durch die 7 OSI-Schichten wandert.



Telefonieren : Analogie zum OSI- 7 Schichten-Modell



◄.....► virtuelle Verbindung der Schichten
◄==> tatsächlicher Datenstrom

Bitübertragungsschicht (Schicht 1)

(engl.: physical layer)

Regeln die physikalische Übertragung zwischen zwei benachbarten Systemen und spezifizieren die dafür notwendigen Medien (Kabel, Antennen, Stecker etc.).

Sicherungsschicht (Schicht 2)

(engl.: data link layer)

Zu jedem angeschlossenen System wird eine eindeutige Adresse definiert.

Es wird dafür gesorgt, dass alle Datenpakete fehlerfrei übertragen werden.

Dazu muss der Empfänger jedes erhaltene Paket bestätigen.

Flusskontrolle

Es wird verhindert, dass ein Empfänger mit Paketen "überflutet" wird und nicht mehr ordnungsgemäß empfangen und bestätigen kann. In solch einem Fall muss der Sender seine Übertragungsrate herabsetzen.

Vermittlungsschicht (Schicht 3)

(engl. network layer)

Sorgen für die Weiterleitung des Datenpakets über mehrere Zwischenstationen zum Empfänger. (Die Protokolle der unteren beiden Schichten beschäftigen sich nur mit der Datenübertragung zwischen zwei direkt miteinander verbundenen Systemen.)



Transportschicht (Schicht 4)

(engl. transport layer)

Stellt sog. **Ende-zu-Ende-Verbindung** her, d.h. sie sorgt dafür, dass zwei Systeme auch über mehrere Zwischenstationen so miteinander kommunizieren können, als wären sie direkt verbunden.

Dies geschieht durch den Aufbau einer virtuellen Verbindung zwischen den zwei Systemen. Diese Verbindung wird als **Sitzung** (engl. session) bezeichnet. Die darüber liegenden Protokolle können nun mit einem kontinuierlichen Datenstrom arbeiten.

Schließlich laufen auf einem System meistens mehrere Dienste parallel. Die Protokolle dieser Ebene definieren virtuelle Kanäle, sog. **Ports**, so dass verschiedene Datenpakete den entsprechenden Protokollen der darüber liegenden Schicht zugeordnet werden können. Bei Bedarf bieten Protokolle dieser Schicht, ähnlich wie auf Schicht 2, zusätzliche Flusskontrolle, Paketbestätigung und Fehlerüberprüfung.

Sitzungsschicht (Schicht 5)

(engl. session layer,
Kommunikationssteuerungsschicht)

Steuert den Aufbau, die Durchführung und das Beenden einer Sitzung. Es wird z. B. dafür gesorgt, dass beim Zusammenbruch einer Sitzung diese wieder aufgenommen werden kann.

Darstellungsschicht (Schicht 6)

(engl. presentation layer)

Bereitet die Daten für die Anwendung vor, indem sie u. a. eine einheitliche Codierung und Kompression ermöglichen.

Anwendungsschicht (Schicht 7)

(engl. application layer)

Hier setzen schließlich die Anwendungen auf. Die Protokolle sind auf den direkten Austausch mit der Anwendung spezialisiert und stellen ihr Funktionalitäten zur Verfügung.