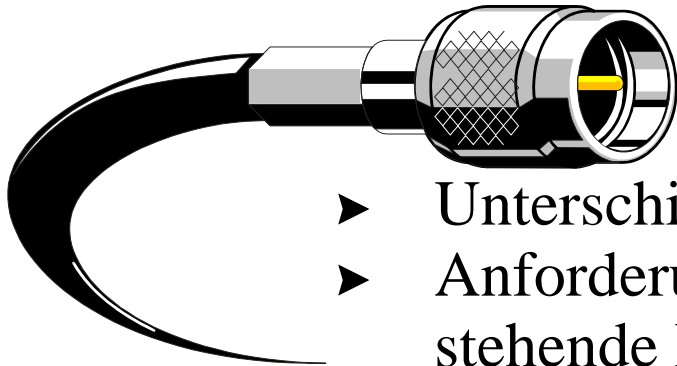
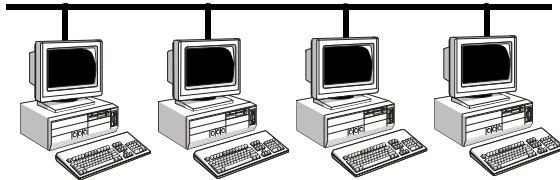


Übersicht

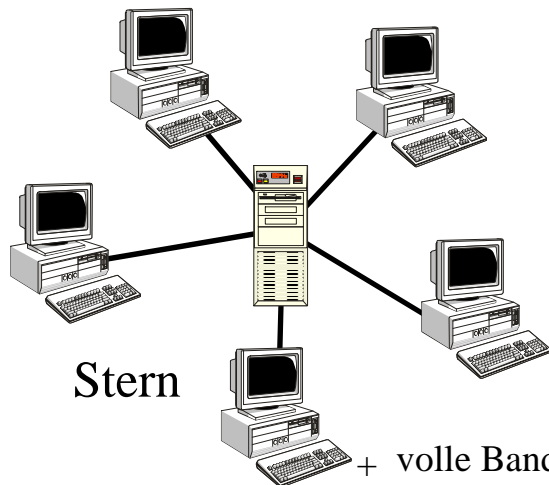


- ▶ Unterschiedliche Netzwerkarchitekturen
- ▶ Anforderungen von Netzdiensten und zur Verfügung stehende Bandbreite von Medien
- ▶ Eigenschaften von Twisted Pair Netzwerken
- ▶ Notwendige Zusatzhardware für Netzwerke
- ▶ Der richtige Aufbau von Netzwerken
 - ▶ Das Private Netz
 - ▶ Möglicher Aufbau eines Firmennetzes
- ▶ Das OSI-Schichtenmodell
- ▶ Fehlererkennung und Fehlerkorrektur bei Übertragungsfehlern
- ▶ Vielfachzugriffsverfahren

Netzwerkarchitekturen



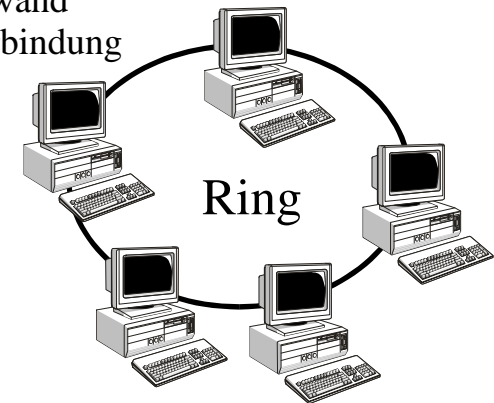
- Bus**
- + Einfache Verdrahtung
 - + Kostengünstig
 - Fehleranfällig
 - Geteilte Kapazität



Stern

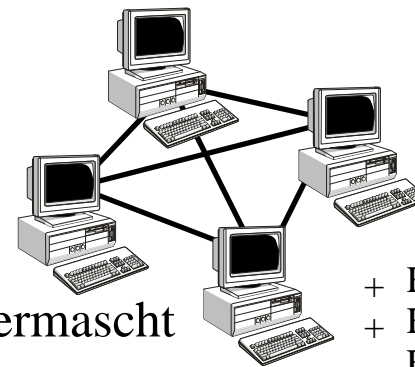
- + volle Bandbreite pro Client
- Aufwendige Installation
- Abhängig vom Server

- + Geringer Installationsaufwand
- + Existenz einer Backupverbindung
- langsam



Ring

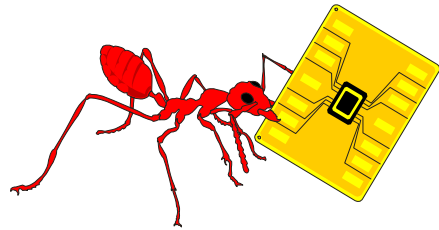
Vollvermascht



- + Hohe Geschwindigkeit
- + Hohe Sicherheit
- Extremes Installationsaufwand
- viel Netzwerkhandling pro System

Mischungen aller Architekturen
sind möglich!

Anforderungen von Netzdiensten



		E-Mail	Telnet	FTP (File Transfer)	Netzdatei- systeme (NFS)	WWW	Video- verteilung	Video Studio- qualität	Sprach- über- tragung
Charakteris- tika	Volumen	gering	gering	mittel	hoch	mittel	hoch	sehr hoch	mittel
	Bitrate	möglichst hoch	möglichst hoch	möglichst hoch	möglichst hoch	möglichst hoch	< 2MBit	32MBit	64kBit
Anforderung	Verzögerung	---	gering	gering	gering	gering	gering	gering	gering
	Echtzeit	nein	nein	nein	nein	nein	ja	ja	ja
	Fehlerrate	möglichst gering	möglichst gering	möglichst gering	möglichst gering	möglichst gering	gering	gering	hoch toleriert
	konstante Bitrate	nein	nein	nein	nein	nein	ja/nein	ja	ja
Verkehrs- eigenschaften	Burstartig	ja	ja	ja	ja	ja	nein	nein	nein

Netzwerkmedien und ihre Bandbreite

Medium	Bandbreite	Fehleranfälligkeit	Einsatz
Kupfer Doppelader	gering, bis 2MBit/s	mittel ($10^{-4} \dots 10^{-6}$)	Lokale Netze (LAN), Telefonnetz im Teilnehmerabschlußbereich
Twisted Pair (Differentiell)	groß, bis ca. 1 GBit/s	gering ($<10^{-7}$)	Lokale Netze, digitales Multimedia
Koaxialkabel	groß, bis einige 100MBit/s	gering ($<10^{-6}$)	Lokale Netze, Kabelfernsehen
Lichtwellenleiter	sehr groß, bis einige GBit/s	sehr gering (10^{-9})	LAN, Weitverkehrsnetze, Telefonnetz
Infrarot	gering, bis max. 2MBit/s	mittel ($10^{-4} \dots 10^{-6}$)	LAN
Funk	Richtfunk	wenige kBit/s bis zu mehreren 100MBit/s	Weitverkehrsnetze, Telefonnetz
	Mobilfunk	gering, wenige kBit/s	persönliche Kommunikation

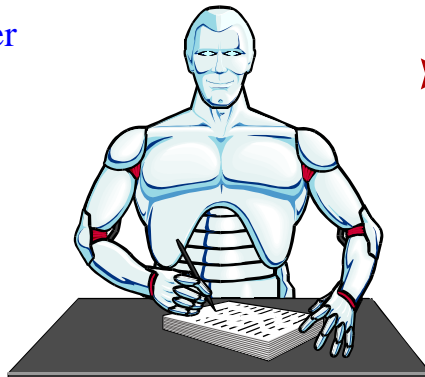
Netzdienste und technische Eigenschaften TP

Funktionen ohne Server

- ▶ Spiele im Netz
- ▶ Fileaustausch zwischen den Rechnern
- ▶ Ressourcenteilung (Drucker, Modem)
- ▶ Telnet, FTP, etc.

Funktionen mit Server

- ▶ Automatische Datensicherung mehrerer Rechner auf ein Backupgerät
- ▶ Gemeinsamer Einstieg mehrerer Rechner ins Internet
- ▶ Fileserver / Printserver
- ▶ Faxserver
- ▶ Firewall / Security



Eigenschaften von Twisted Pair Netzen

Vorteile:

- ▶ Hohe Übertragungsraten mit Twisted Pair (10MBit/s, 100MBit/s und neu 1GB/s)
- ▶ Übertragung erfolgt differenziell (störungsempfindlich)
- ▶ Unanfällig gegen Kabelschäden und offene Kabelenden
- ▶ Heute Quasi-Standard

Nachteile:

- ▶ Höherer Verdrahtungsaufwand, da Aufbau quasi Sternförmig
- ▶ Bei Zusammenschluß von mehreren Rechnern zusätzliche Hardware (HUB, Switch) erforderlich

Zusatzhardware und deren Funktion

HUB

Ein HUB faßt mehrere Rechner zu einem Knoten zusammen. Was auf irgendeinem der Ports empfangen wird, wird gleichermaßen auf alle anderen Ports ausgegeben. Es erfolgt keine gezielte Weiterverteilung. Die Geschwindigkeit des Netzwerkes wird vom langsamsten Teilnehmer bestimmt, auch wenn es sich um einen sog. Autosensing HUB handelt. Ein Hub wird oft auch als Sternkoppler bezeichnet.

Switch

Ein Switch bietet wie ein HUB die Möglichkeit, mehrere Netzteilnehmer sternförmig miteinander zu verbinden. Ein Switch lernt sozusagen die Ethernet-Adresse der angeschlossenen Teilnehmer und leitet nur Pakete für die betreffenden Rechner an diese weiter. Mit einem Autosensing Switch können auch Geräte unterschiedlicher Übertragungsraten miteinander verkoppelt werden, ohne die schnelleren Geräte zu verlangsamen.

Bridge

Eine Bridge verbindet Netzsegmente miteinander. Auch eine Bridge lernt die Ethernet-Adressen der angeschlossenen Teilnehmer. Nur Pakete für die betroffenen Rechner dürfen die Bridge passieren. Hier werden keine Broadcast-Message weitergeleitet, d.h. die einzelnen Segmente sind logisch voneinander getrennt. Die Liste der Rechner wird entweder manuell erstellt oder wird dynamisch von der Bridge generiert.

Router

Ein Router analysiert die eingehenden Pakete und entscheidet anhand von sog. Routing-Tabellen, wohin das Paket weiter verschickt werden soll. Ein Router kann hier gegenüber den anderen Komponenten auch zwischen unterschiedlichen Netztechnologien und/oder -protokollen 'vermitteln'.

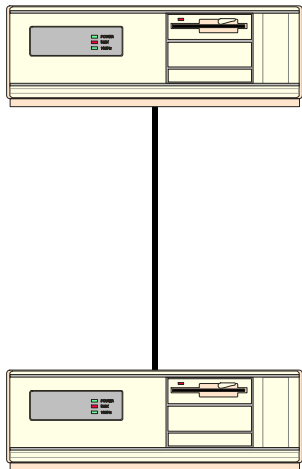


Der richtige Aufbau des privaten Intranets

Twisted Pair

2 Rechner

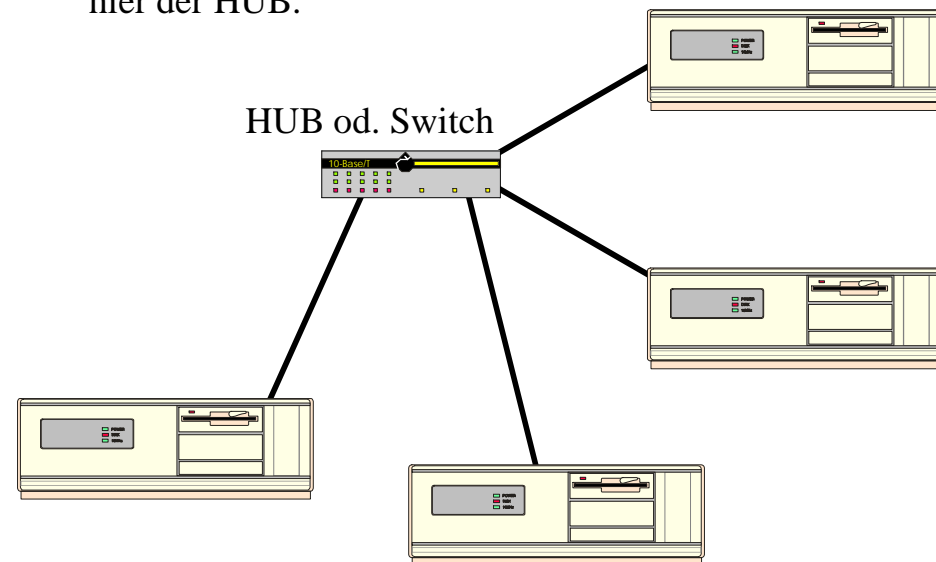
Zwei Rechner können direkt mit einem Kabel verbunden werden. Dies muß allerdings Sende- und Empfangsports gedreht haben. (TxD_1 auf RxD_2 und TxD_2 auf RxD_1)



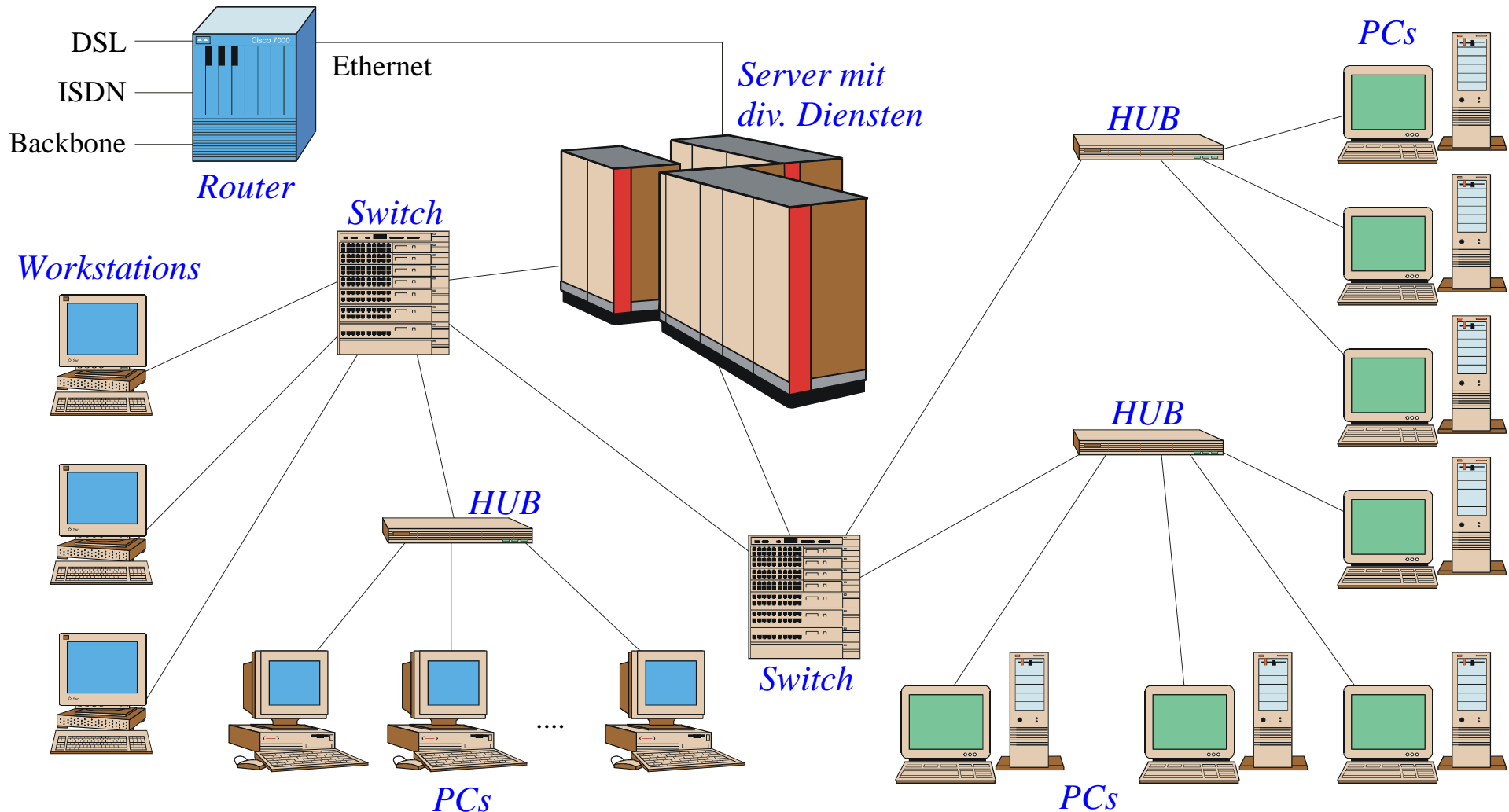
Bei dieser Art entfallen die für Ethernet typischen Kollisionen und die Bandbreite kann voll zur Übertragung verwendet werden! Je nach Auslastung kann es bei selber Bandbreite um das bis zu 20-fache schneller sein.

Mehr Rechner

Zwischen HUB und den Rechnern benötigt man je ein sog. Patchkabel. Das Drehen der Empfangs- und Sendepports übernimmt hier der HUB.

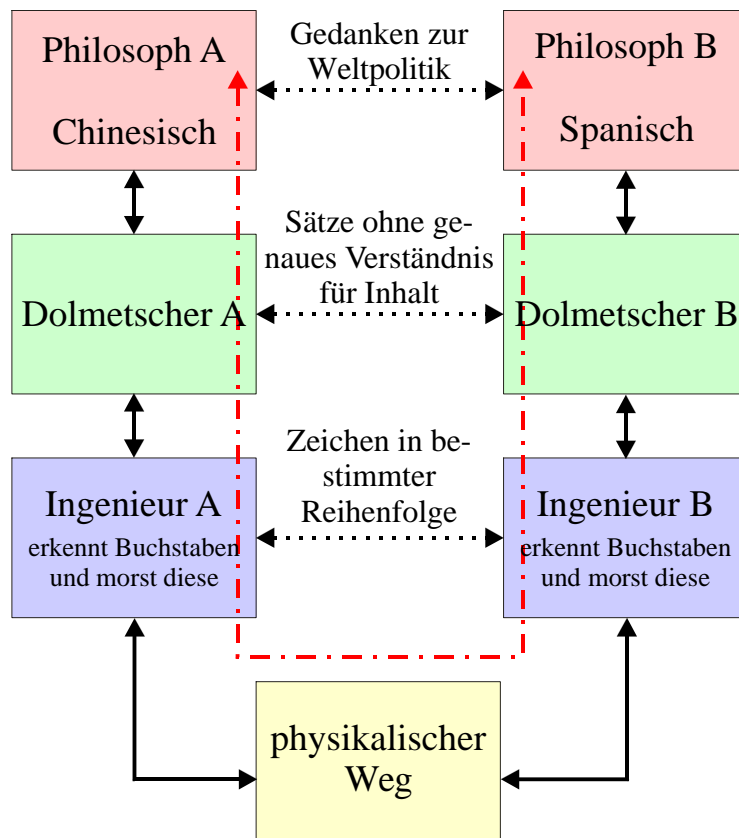


Möglicher Aufbau eines größeren Netzwerkes



Das OSI-Schichtenmodell

Analogie einer zwischenmenschlichen Kommunikation



Schicht 7

Anwendungsschicht (Application Layer)

Schicht 6

Darstellungsschicht (Presentation Layer)

Schicht 5

Sitzungsschicht (Session Layer)

Schicht 4

Transportschicht (Transport Layer)

Schicht 3

Netzwerkschicht (Vermittlungsschicht, Network Layer)

Schicht 2

Sicherungsschicht (Data Link Layer)

Schicht 1

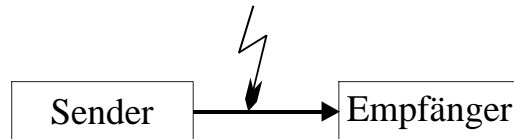
Physikalische Schicht (Bitübertragungsschicht, Physical Layer)



Fehlererkennung und Fehlerkorrektur

STÖRUNG

Bei der Übertragung von Informationen kann es zu Fehlern kommen. Trotz der besten Fehlerkorrektur und -erkennung kann die Restfehlerwahrscheinlichkeit p_u nie Null werden!



Fehlererkennung

Das berühmteste Verfahren zur Fehlererkennung dürfte wohl die Paritätsprüfung sein (hier Even-Parity):

1001101	0	→ Bitfehler →	1001001	0
1101000	1		1001101	1
			0001001	0

!!! unentdeckter Fehler !!!

Auch wenn das Parity-Bit falsch ist, werden die Daten als ungültig deklariert.
Andere Fehlererkennungsverfahren sind z.B. CRC (Cyclic Redundancy Check) oder Prüfsummen

Vorwärtsfehlerkorrektur

Dieses Verfahren soll nun an einem wesentlich vereinfachten Beispiel gezeigt werden. Es sollen 4 Bit übertragen werden (b1 ... b4). Dazu werden 4 Redundanzbits (r1 ... r4) hinzugefügt. Die Prüfbits sollen nach dem Even-Parity Verfahren gebildet werden.

b1	b2	r3
b3	b4	r4
r1	r2	

Aufbau der Übertragungsmatrix

1	0	1
0	1	1
1	1	

Ursprünglich zu übertragende Daten

Genau ein Fehler kann stets korrigiert werden

1	1	1	1	0	0	1	0	0
0	1	1	0	1	1	0	1	1
1	1		1	1		1	0	

2 Parity-Bits falsch => Datum falsch

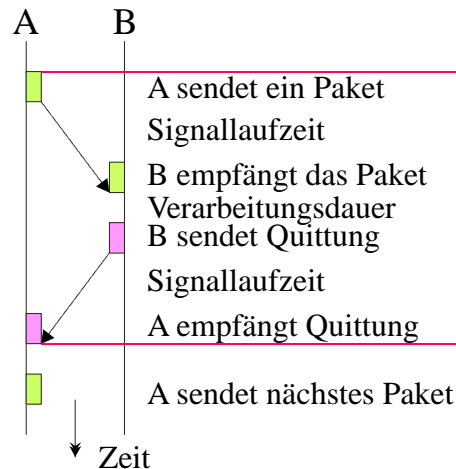
1 Parity-Bit falsch => Parity falsch

Fehler nicht in einem Kreuzpunkt => erkannt

Fehler mit Kreuzpunkt => falsches Ergebnis

Wiederholungsstrategien

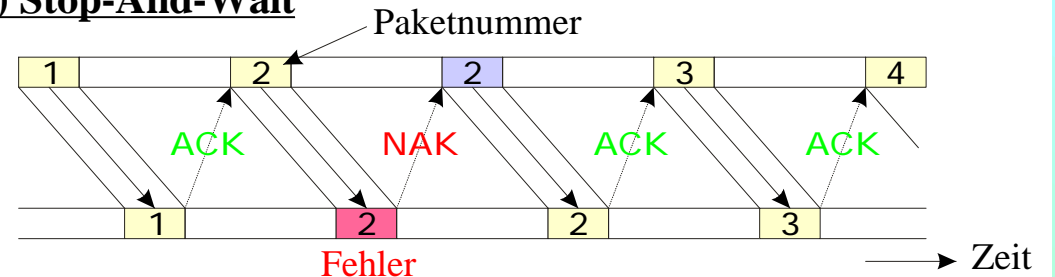
Jedes gesendete Packet muß bestätigt werden. So ergibt sich eine bestimmte Signallaufzeit. Es ist allerdings sehr unwirtschaftlich, auf Bestätigung der Pakete zu warten!



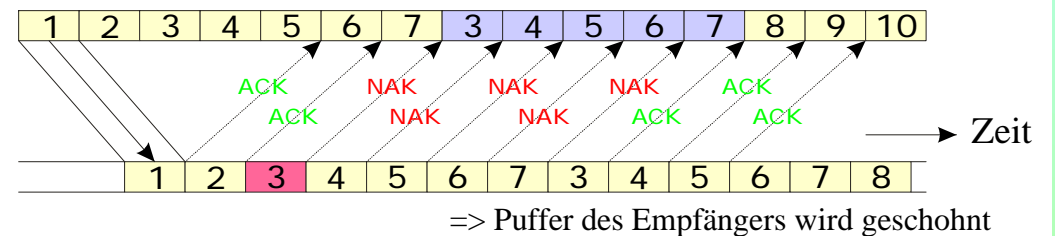
$$\text{Kanalausnutzung} = \frac{\text{Paketdauer} + \text{Quittungsdauer}}{\text{Paketdauer} + \text{Quittungsdauer} + \text{Pausendauer}}$$

Für eine Satellitenverbindung mit 38,4kBit/s bei einer Laufzeit von 125ms, einer Paketlänge von 1000Bit und einer Quittungslänge von 48Bit ergibt sich eine Kanalausnutzung von etwa 9,8%

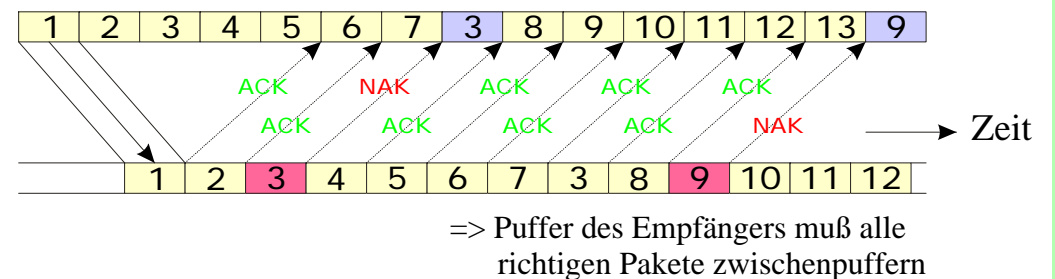
1) Stop-And-Wait



2) Go-Back-N



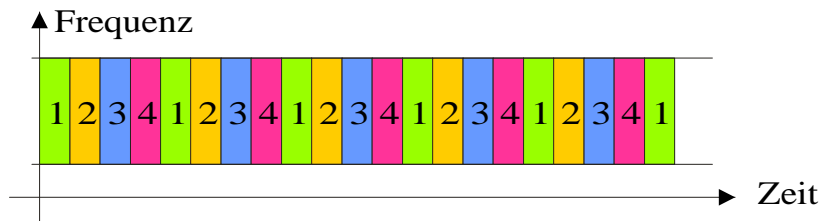
3) Selective-Repeat



Vielfachzugriffsverfahren

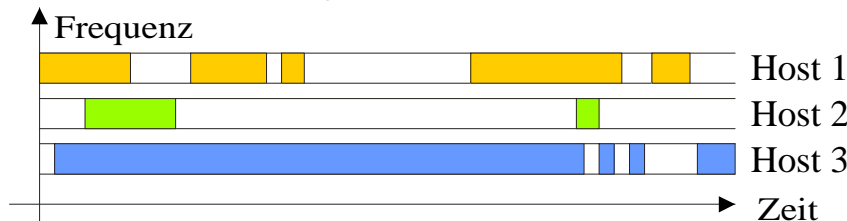
1) Aufteilung im Zeitbereich

Bei diesem Verfahren bekommt jeder am Netz angeschlossene Rechner einen bestimmten Zeitschlitz auf dem Übertragungsmedium. Teilnehmer, die im Moment keinen Datenverkehr abwickeln blockieren, also das Medium für andere.



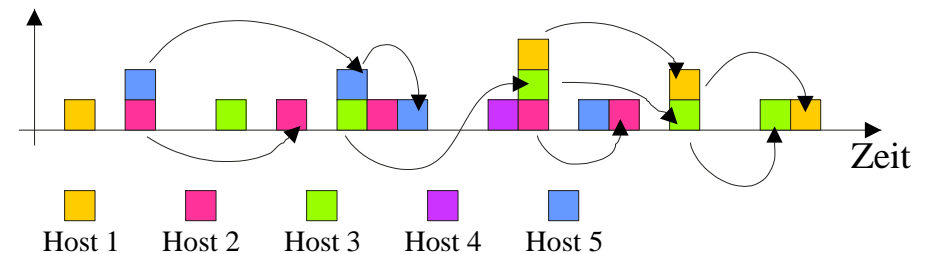
2) Aufteilung im Frequenzbereich

Bei diesem Verfahren wird jedem Teilnehmer am Netz ein eigener Frequenzbereich zugeteilt, auf dem er Daten senden darf. Auch hier wird die Bandbreite durch nicht sendende Rechner blockiert. Des weiteren erfordert diese Methode aufwendige Technik.



3) Slotted ALOHA

Dieses Verfahren ist ein anderes mögliches im Zeitbereich. Jeder sendewillige Teilnehmer greift auf einen Zeitschlitz mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit zu. Diese Methode wird bei dem weit verbreiteten Ethernet eingesetzt. Da hier aber zwei Teilnehmer in einem Zeitschlitz senden können, kommt es zu Kollisionen:



Es ist zu erkennen, daß die Kollisionen mit zunehmenden Übertragungsaufkommen zunehmen. Bei Verfahren dieser Art wird also prinzipiell ein Teil der Kapazität zur Wiederholung benötigt.

Den maximalen Datendurchsatz erreicht man hier bei etwa **16%** der Kapazität! Steigt das Datenaufkommen weiterhin an, so nehmen die effektiv übertragenen Daten wieder ab.