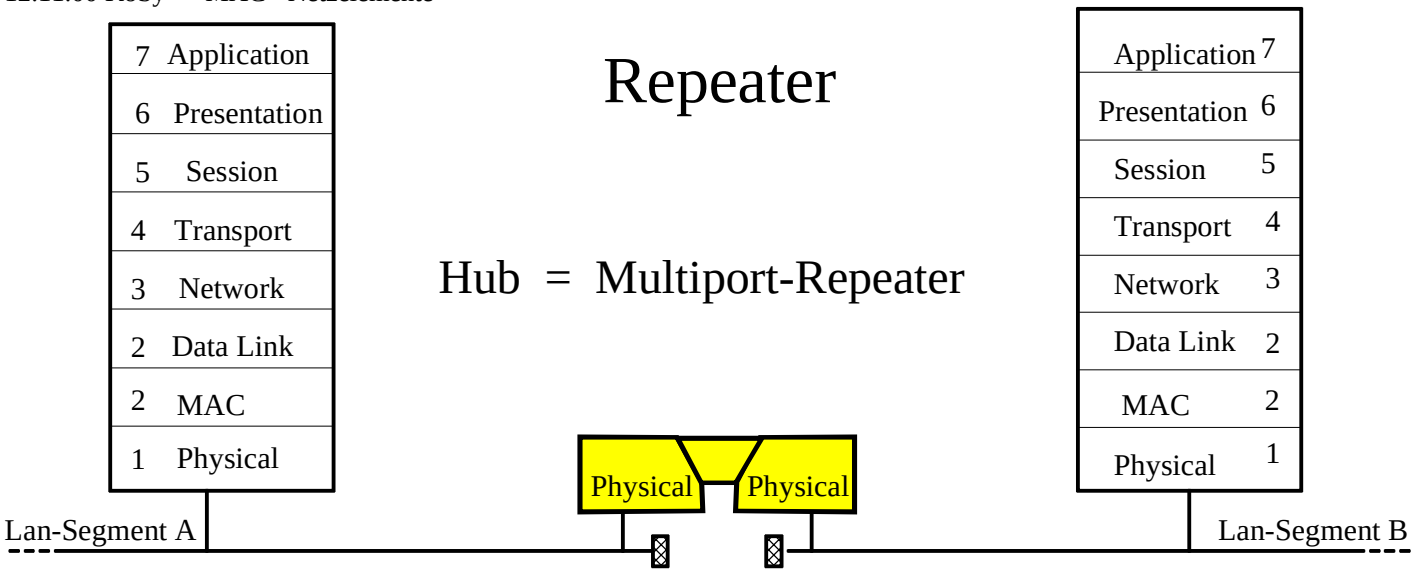
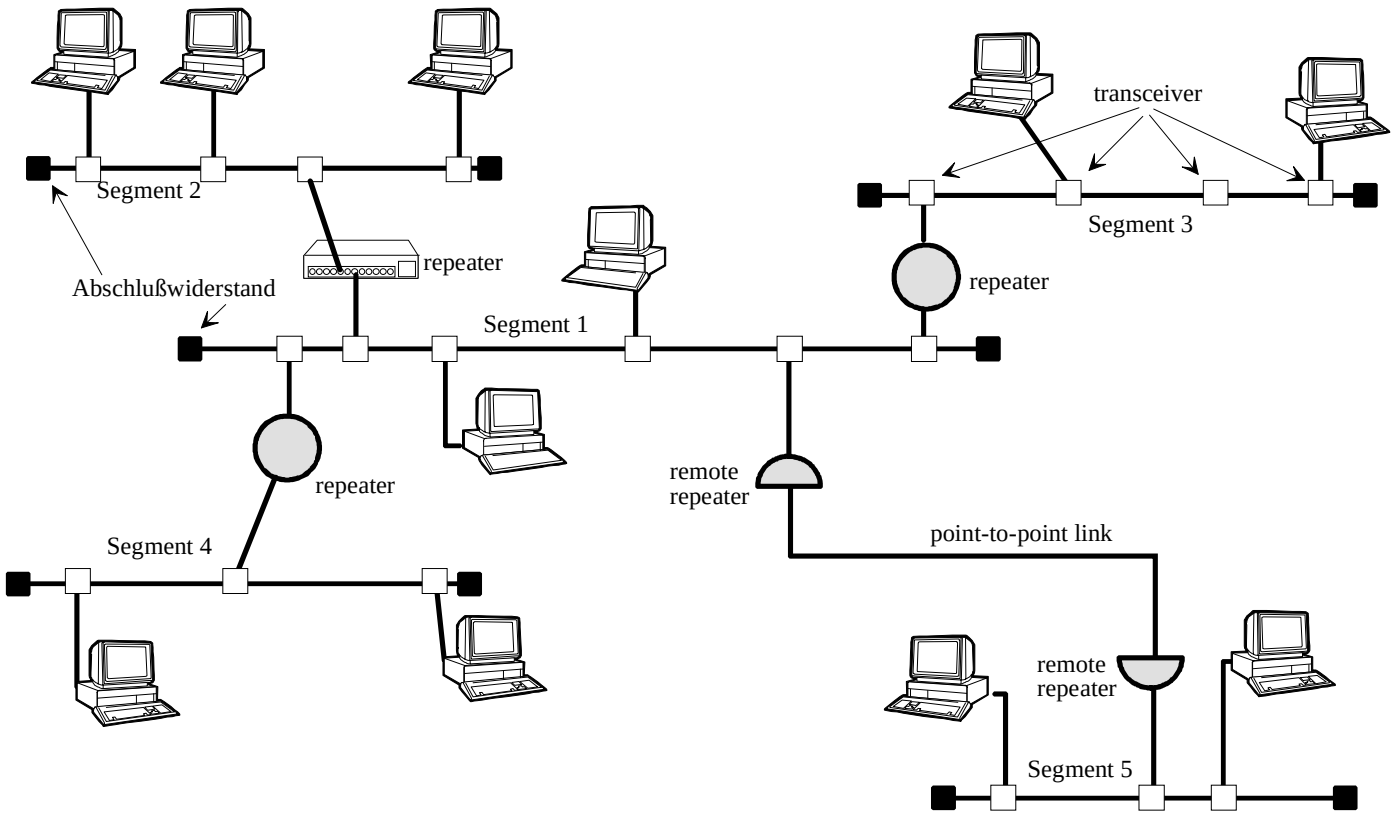
Netzelemente im LAN

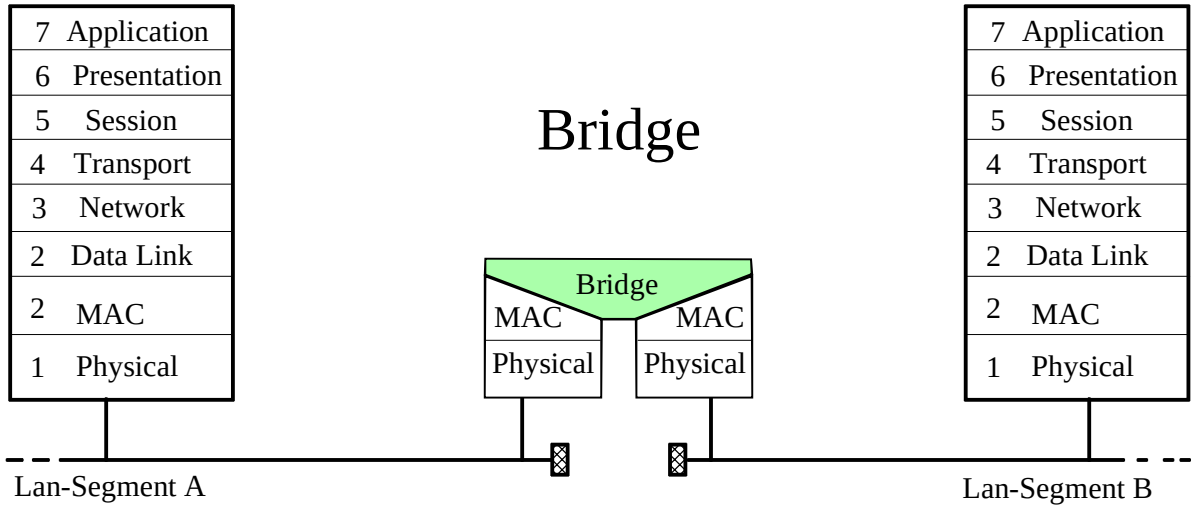
Repeater

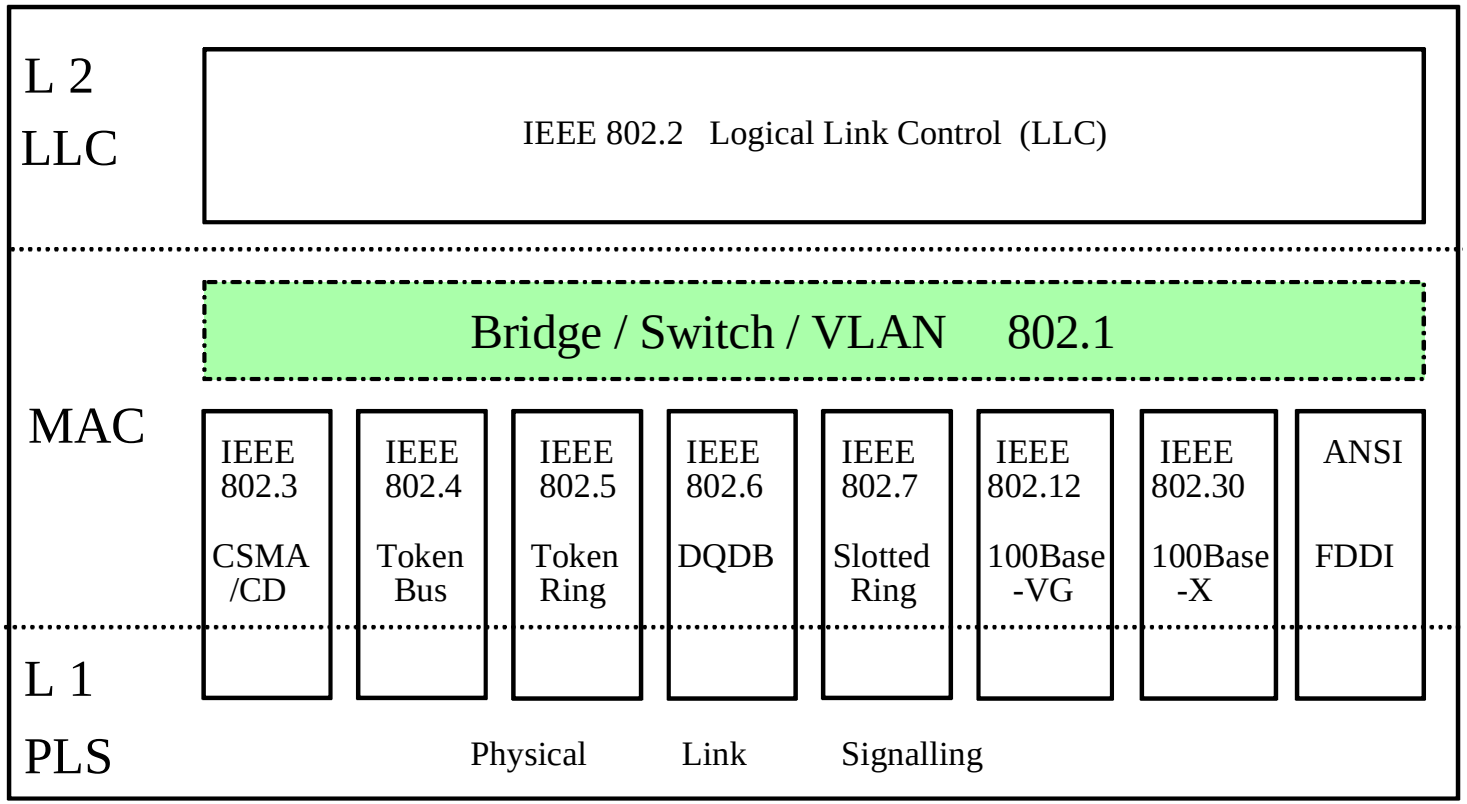
Hub = Multiport-Repeater



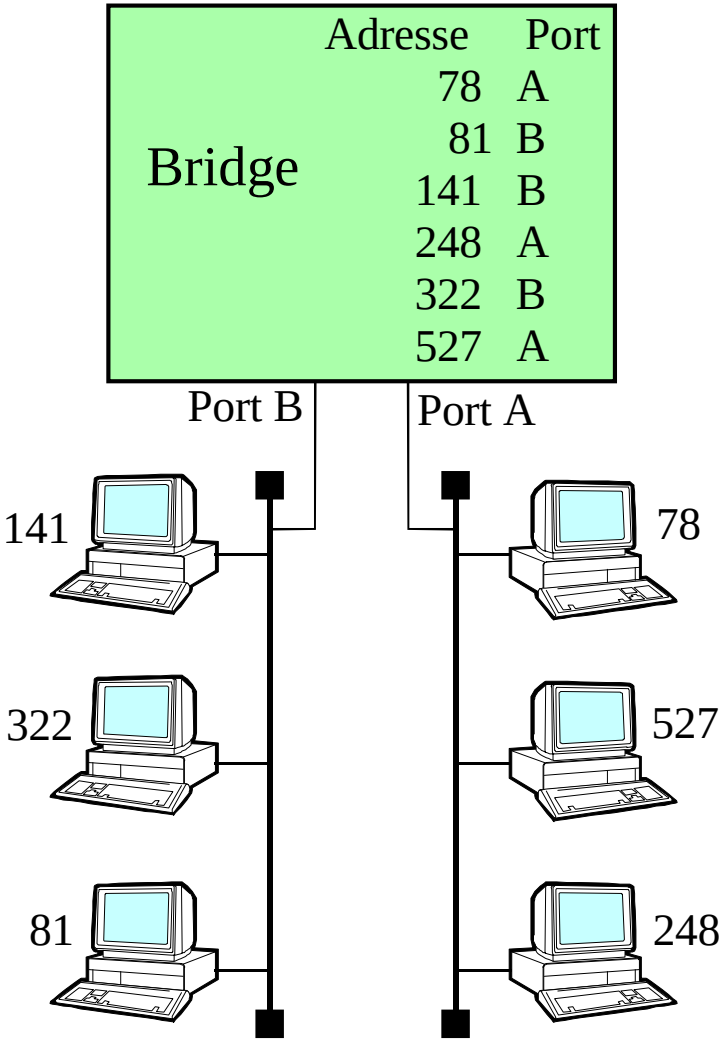


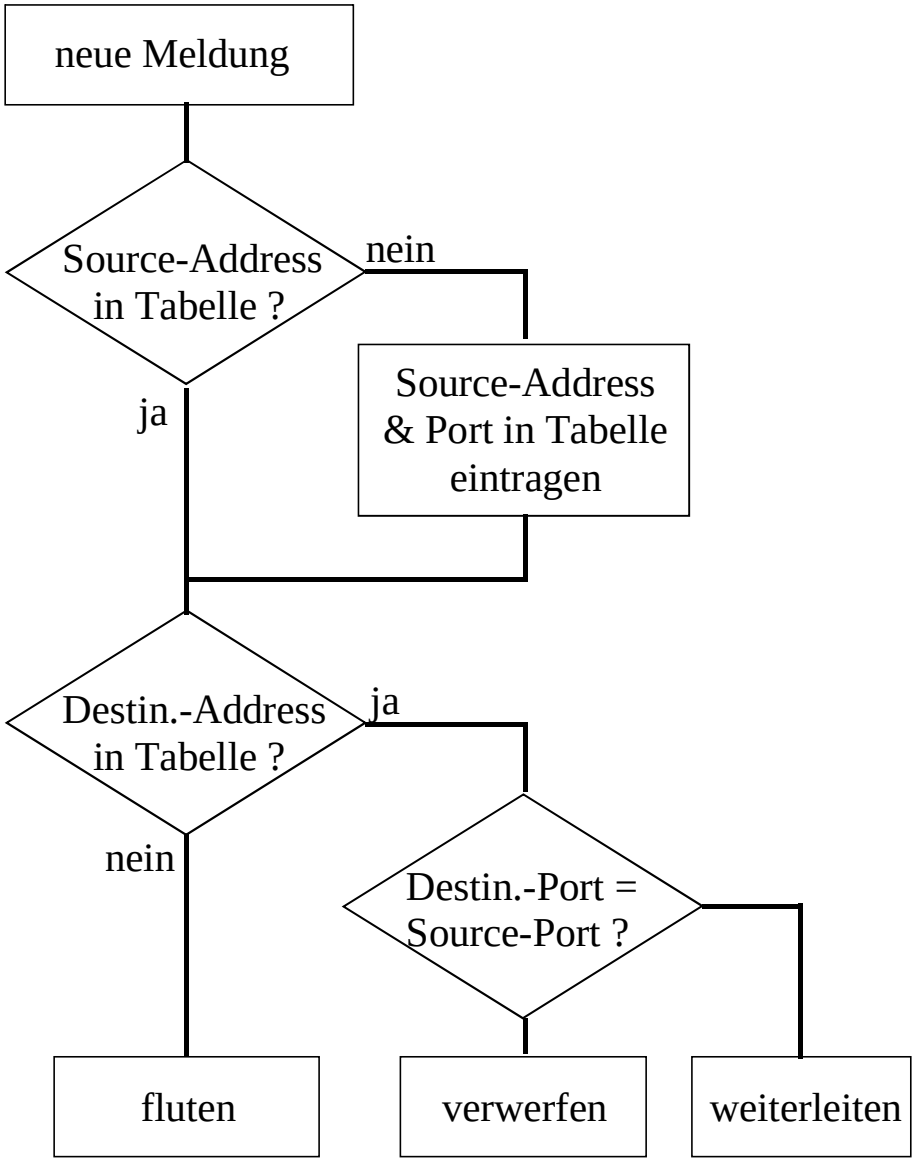
Bridge & Switch





Bridge: Adresstabelle

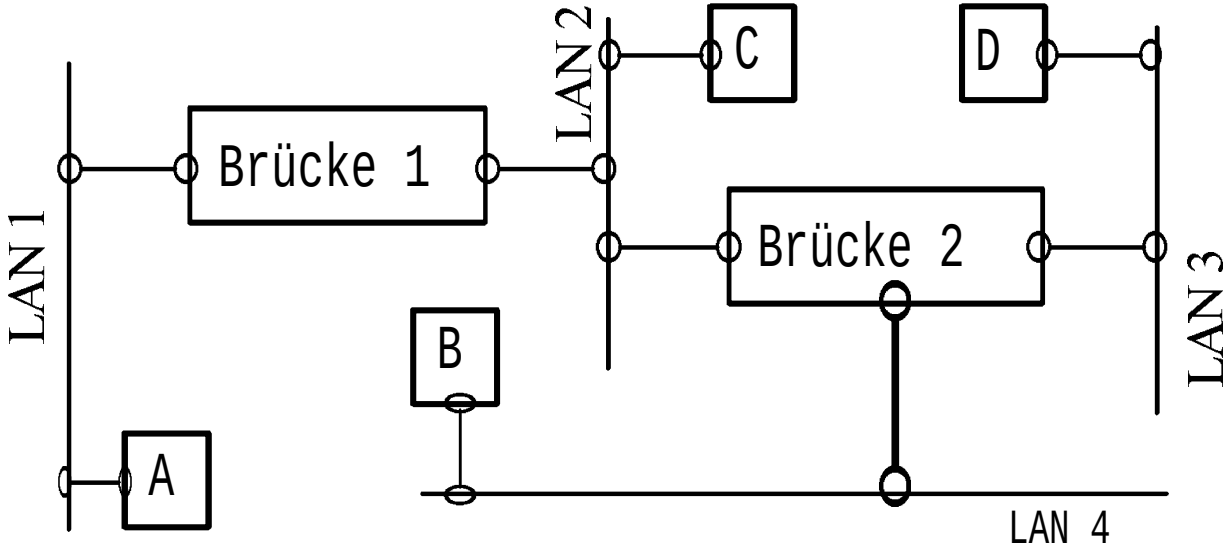




Bridge / Switch : Adresstabelle

Statisches Adreßbuch	Dynamisches Adressbuch
Adreßbuch wird von Hand erstellt oder dynamisches Adressbuch wird eingefroren	Adreßbuch wird automatisch aufgebaut Lernalgorithmus: Brücke prüft alle Pakete an allen Ports auf Quelladresse Unbekannte Quelladressen werden eingetragen Es können nur Individualadressen gelernt werden. (kein Multicast, Broadcast)
Ohne Administrator kann kein neuer Host an das Netz Rechner können nicht bewegt werden (Port-Wechsel)	Aging-Mechanismus (Lebenszeit eines Eintrags typisch 300 s) Rechner können beliebig ins Netz gebracht werden Rechner können bewegt werden
	bestimmte Einträge können statisch markiert werden

Bridge / Switch : Beispiel

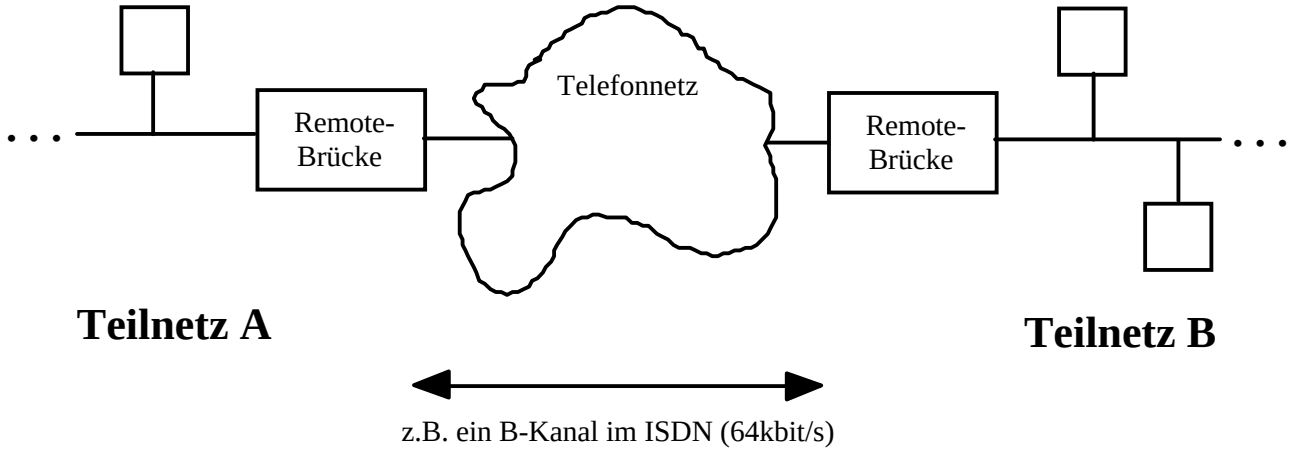


Beispiel: Wie sieht das Adreßbuch der Brücken aus ? Wie reagieren die Brücken:

Quelle	Ziel:
LAN 1	Station A
LAN 2	Station C
LAN 2	Station A
LAN 2	Station B
LAN 2	Station D

Bridge: Besondere Funktionen

Remote Bridging (ISDN-Bridge) : eine andere Brücke wird über ein WAN (z.B. Telefonnetz) erreicht
Für Schnittstellen wie X.21, X.25 oder ISDN



Filterkriterien: bestimmte Quell- und Zieladresskombinationen (Masken)
Forwarding nach Typen, d.h. nur für bestimmte Protokolle (z.B. IP, IPX)
Forwarding Meldungslänge, oder Broadcast- und Multicast-Sendungen

Multiportfähigkeit: 4, 8, 12, 16, 24 Ports ist verbreitet, stackable

Strukturierungsalgorithmen: Mehrfach- und Parallelwege nutzen bzw. verhindern (Spanning-Tree)

Bridge-Management

Das Überwachen und Fernsteuern von Brücken.

Managementobjekte sind

die verschiedenen MAC-Instanzen,

die Filterdatenbasis,

der Forwarding-Prozeß (Transportprozeß), usw.

Managementfunktionen:

Identifikation von Brücken,

das Rücksetzen und Initialisieren,

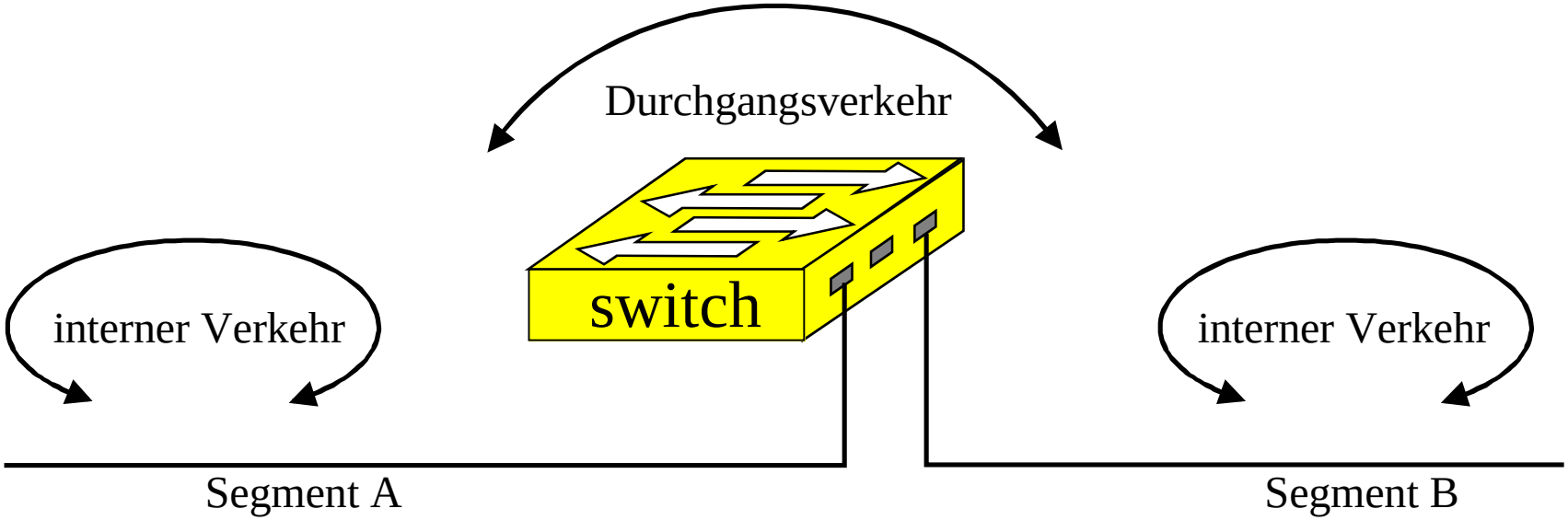
das Setzen von Prioritäten,

Ports in (außer) Betrieb nehmen,

das Steuern des Rahmentransports,

Statistik- und Abrechnungsfunktionen.

Leistungskriterien für Brücken



Port Filtering Rate = Filterrate aller Pakete am Eingang

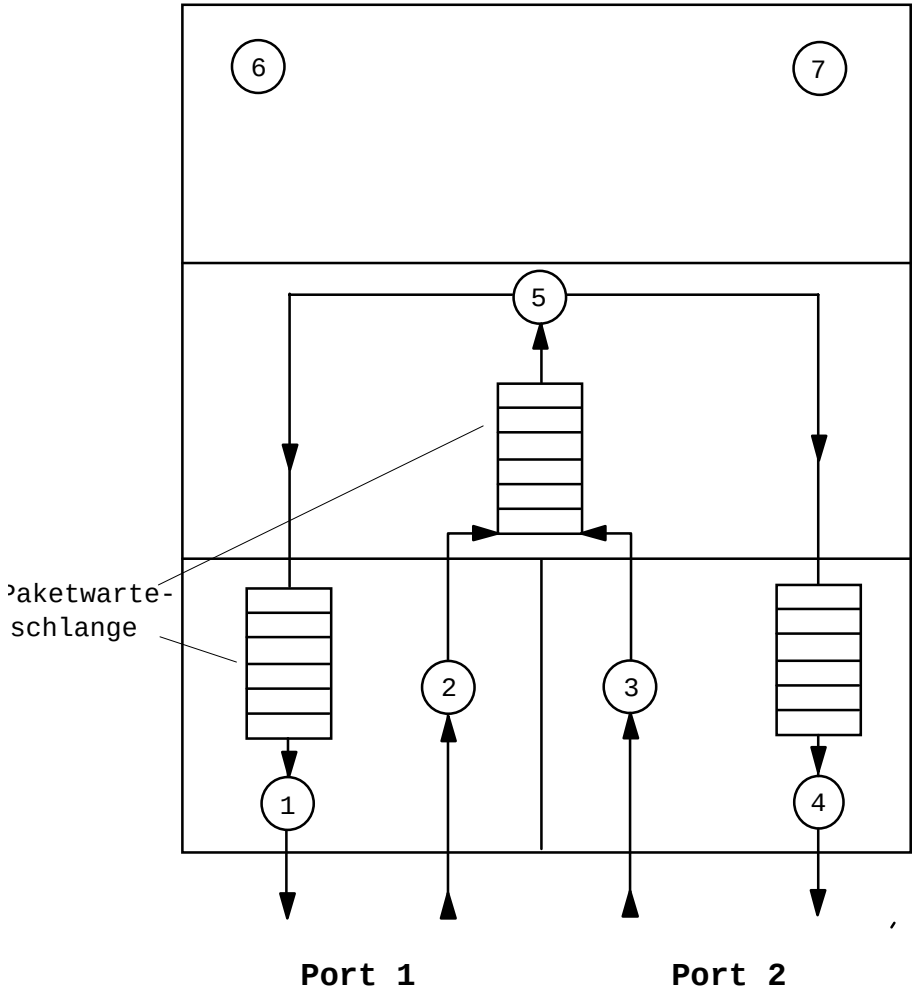
Bridge Relaying Rate = Transportrate der Pakete von A nach B und von B nach A

Brücken / Switches haben keine Möglichkeit der Überlastabwehr

Aufbau von Brücken

Gründe für den Einsatz von Brücke / Switch

- Reduktion der Netzlast
  - ➔ Segmente verkleinern
  - ➔ Port switching + fast uplink
- Remote bridging
  - ➔ Lan über ISDN ausdehnen
- Security
  - ➔ sniffing erschweren
  - ➔ protocol filtering
  - ➔ source/destination filtering
- Ausfallsicherheit im LAN
  - ➔ redundante Wege
- Ausdehnung von Netzen vergrößern

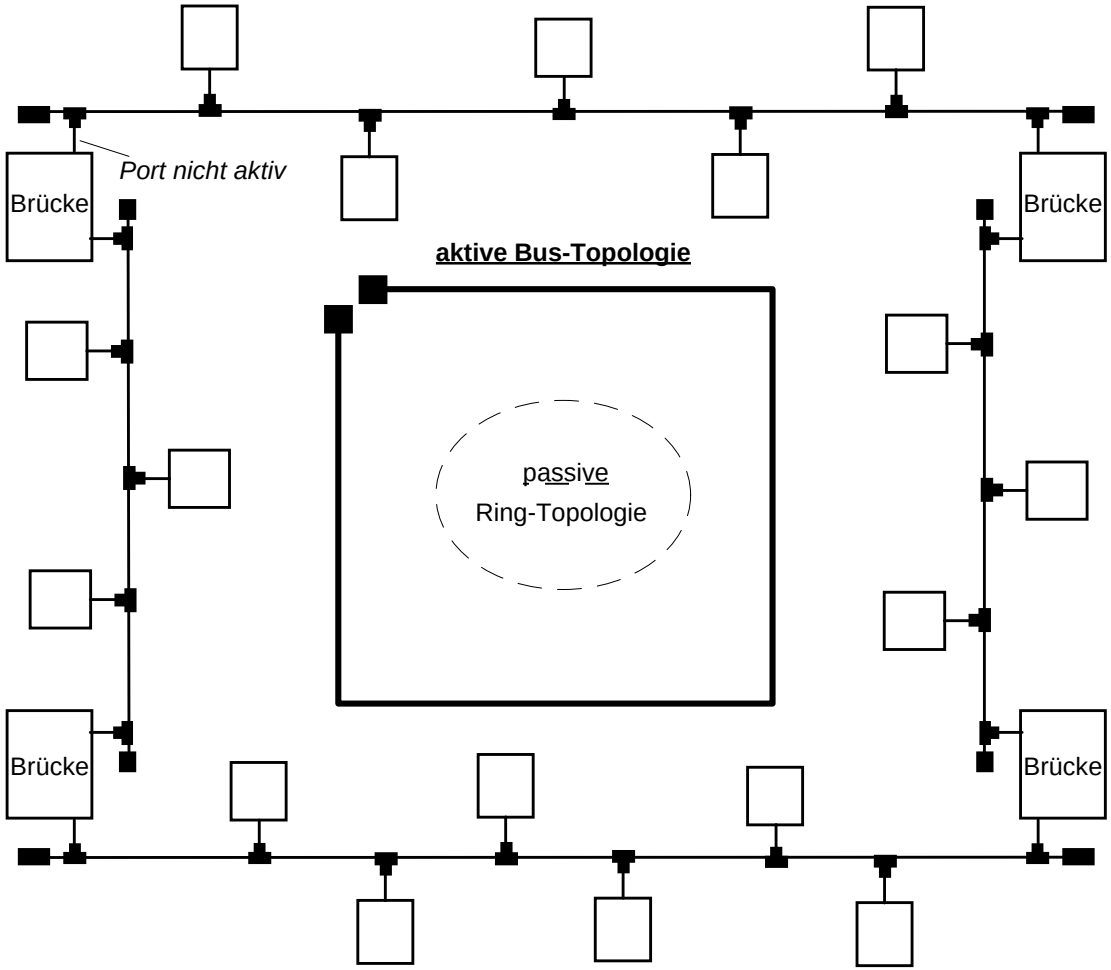


1 Senden in Netz 1
2 Empfangen aus Netz 1
3 Empfangen aus Netz 2
4 Senden in Netz 2

5 Transportentscheidung
6 Sammlung statistischer Dat
7 Brücken-Management

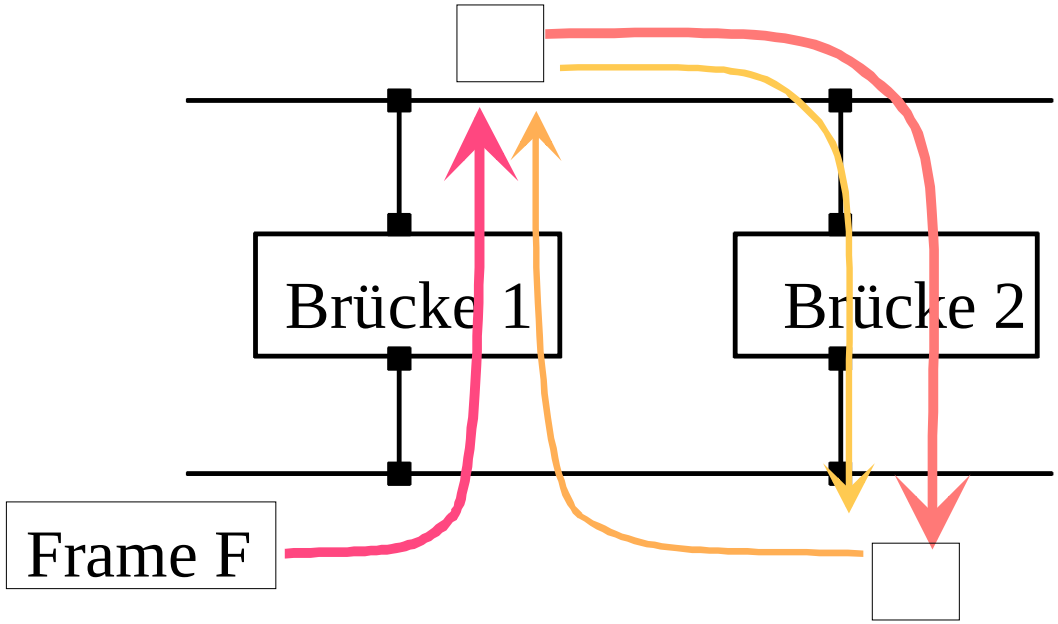
Strukturierung von Lokalen Netzen mit Brücken

Ausfallsicherheit durch Bereitstellung von Mehrfachwegen und Änderung der Netztopologie



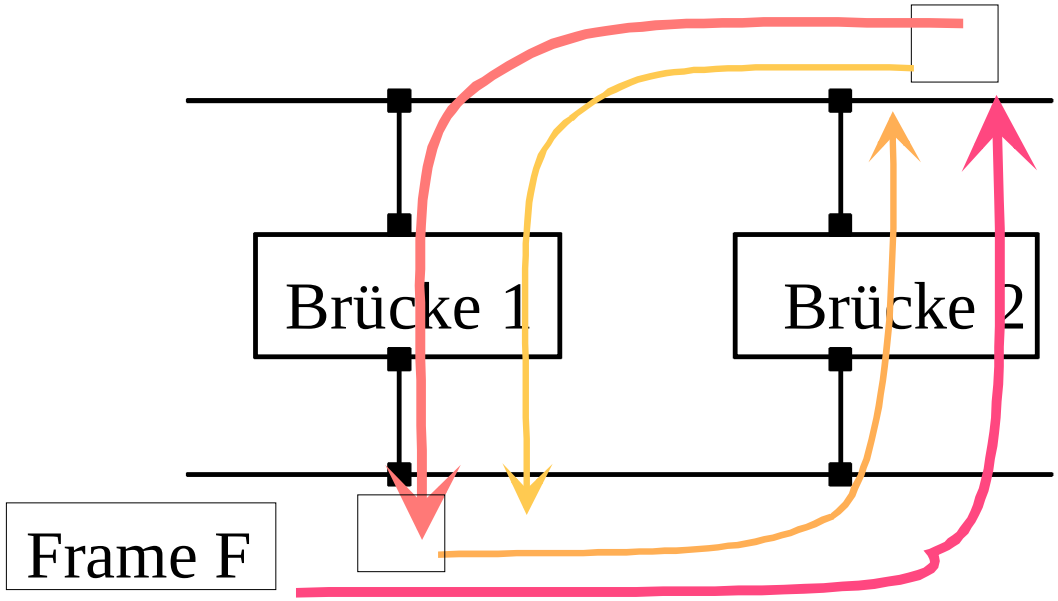
Automatische Umschaltung durch Spanning Tree Algorithmus

Strukturierungs-algorithmen



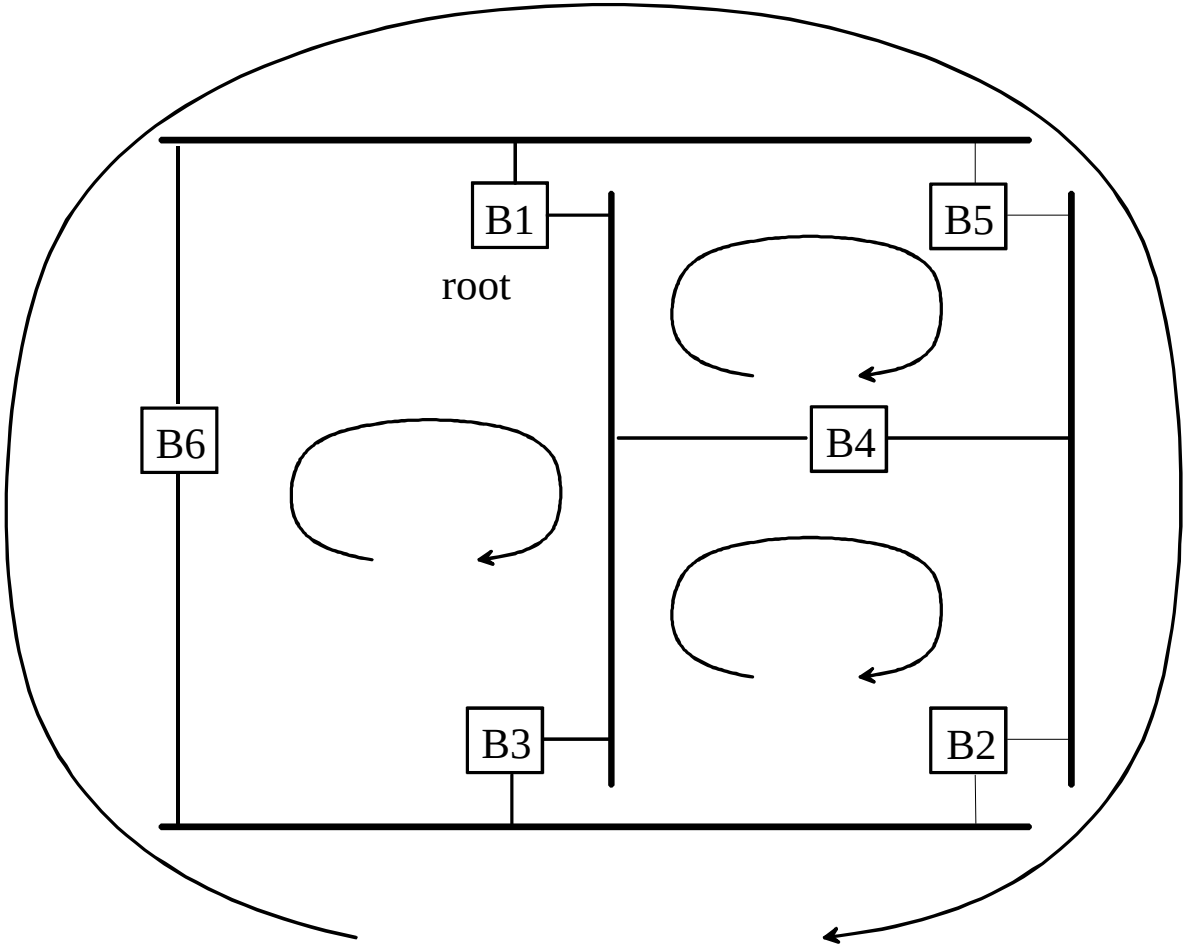
Keine Schleifen !

Problem
der Meldungsverdopplung
bzw.
der Meldungsvervielfachung



Spanning-Tree - Algorithmus STA

- Verhindert Schleifen
- Ermöglicht Redundanz auf MAC-Ebene



Spanning-Tree - Algorithmus STA

Voraussetzung für den STA:

1. Es gibt eine MAC-Gruppenadresse für die Protokollinstanzen aller Brücken.
2. Jede Brücke hat eine Nummer, die Bridge-ID = Priorität (2 Byte) + MAC-Adresse (6 Byte)
3. Die Ports einer Brücke sind eindeutig gekennzeichnet (Port-ID).

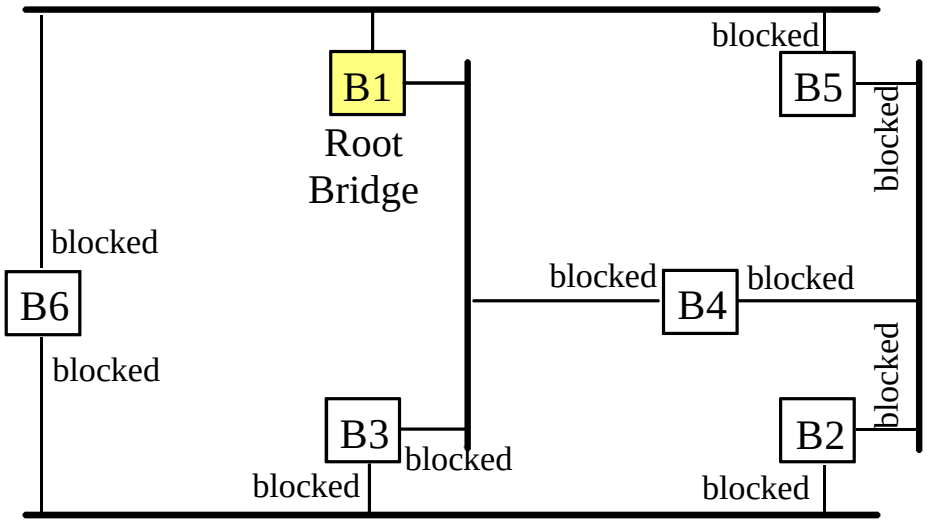
Arbeitsweise des STA:

- die Brücke mit der kleinsten Bridge-ID wird zur Root-Bridge (Wurzel des Baumes)
- die Root-Bridge sendet BPDU Meldungen aus (Bridge Protocol Data Unit)
  BPDU := root-id, path-cost, bridge-id, port-priority
- nachgeordnete Brücken (downstream) empfangen die BPDU, erhöhen die Kosten (path-cost) und leiten die Meldungen weiter.
- Wenn eine Brücke mehrere BPDUs empfängt, blockiert sie alle Ports bis auf einen (Schleifen verhindern)
- Jede Brücke wählt den kürzesten Weg zur Root-Bridge aus.
  In Zweifelsfällen gewinnt die kleinere bridge-id

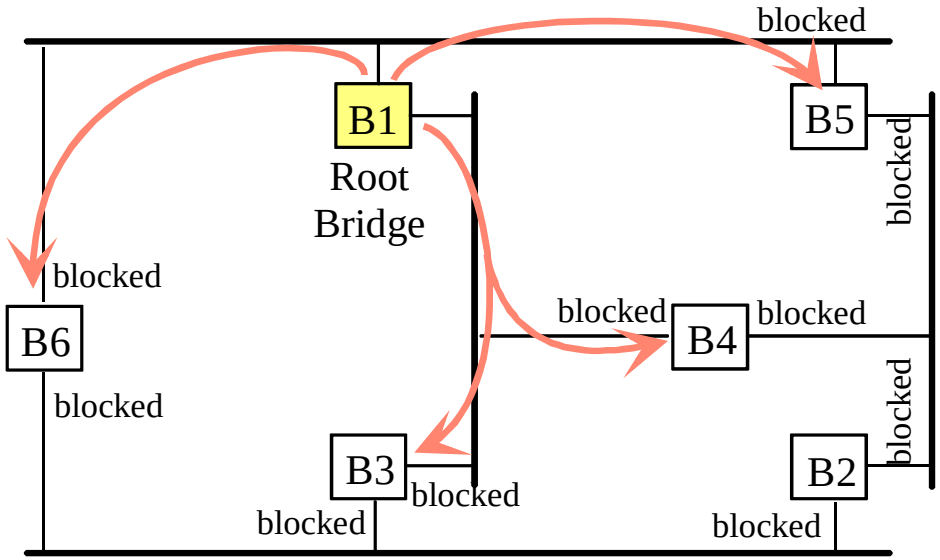
Verkehrsplanung ist durch die Vergabe von *Bridge Priority* und *Port Priority* möglich.

STA : ein Beispiel

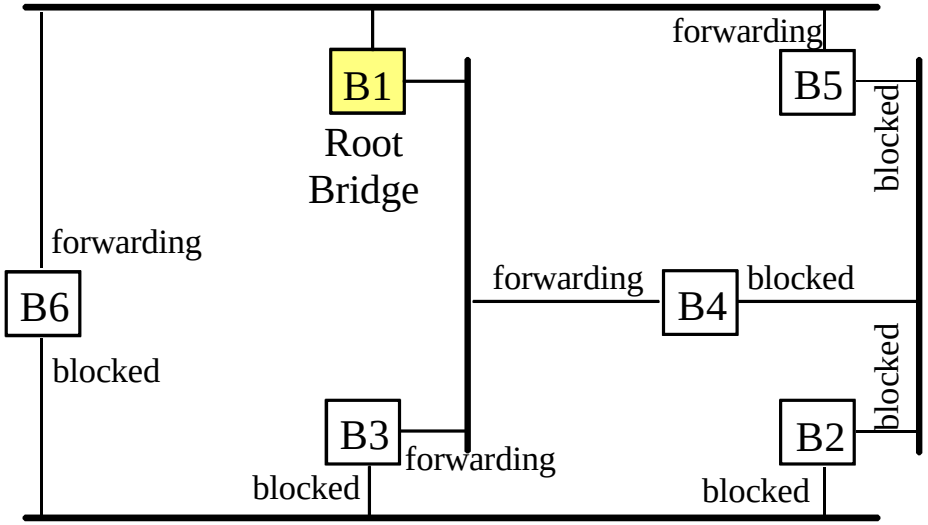
1. die Root-Bridge wird ausgewählt



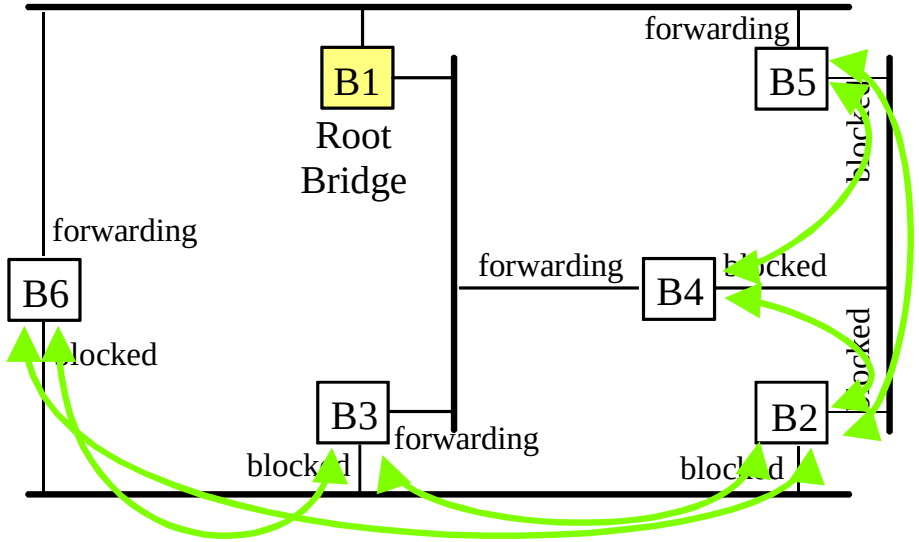
2. die Root-Bridge sendet BPDUs aus



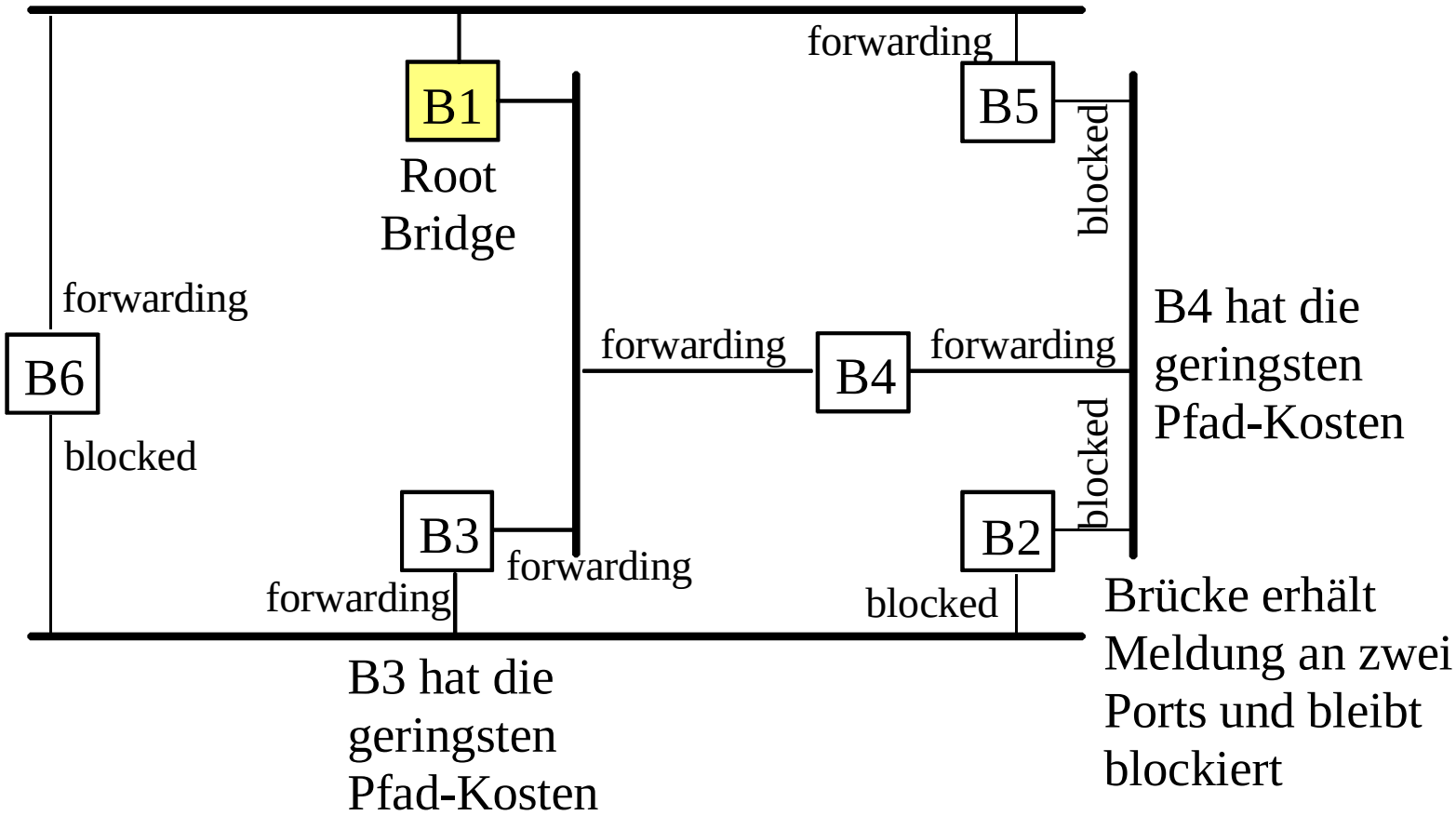
3. die Ports zur Root-Bridge schalten auf forwarding



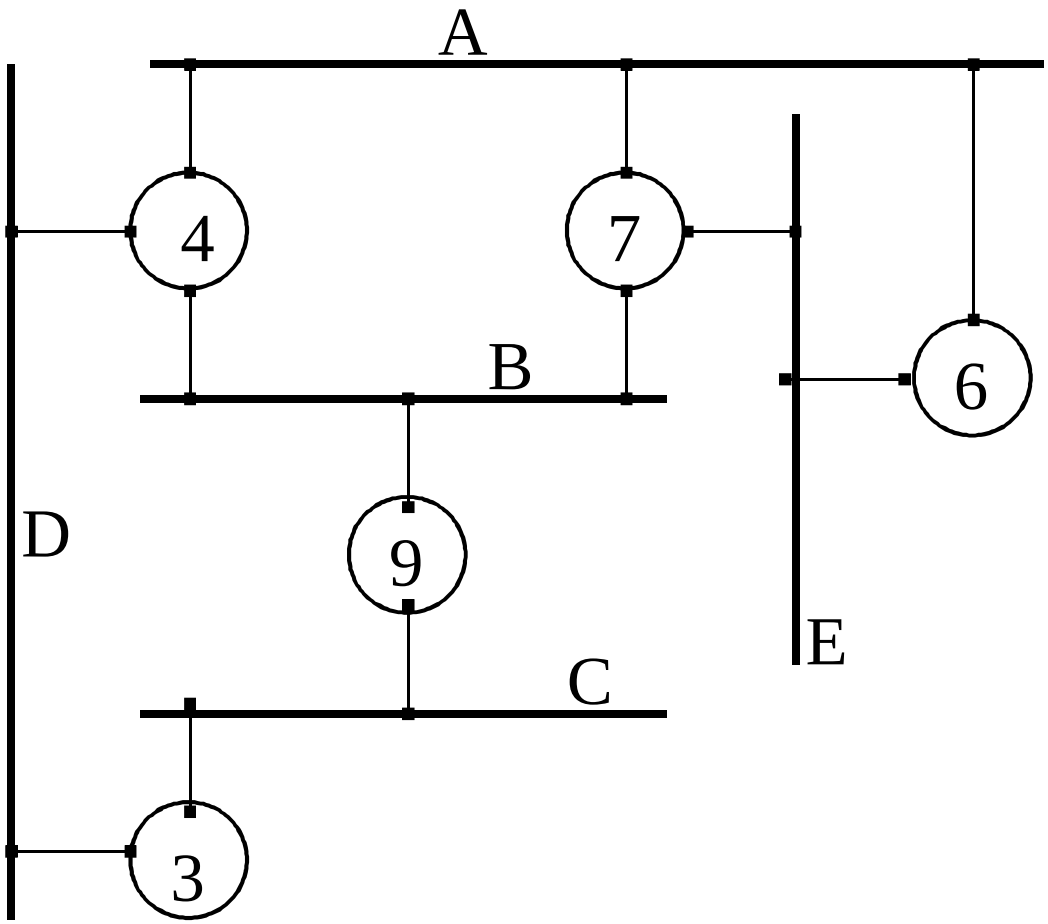
4. die Brücken senden die BPDUs weiter



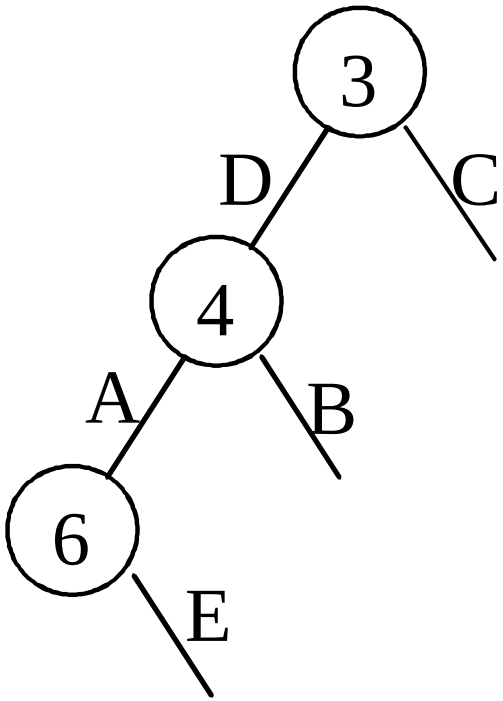
STA : ein Beispiel



Beispiel für Spanning Tree



Vorher



Nachher

Die Brücken 7 und 9 arbeiten nicht

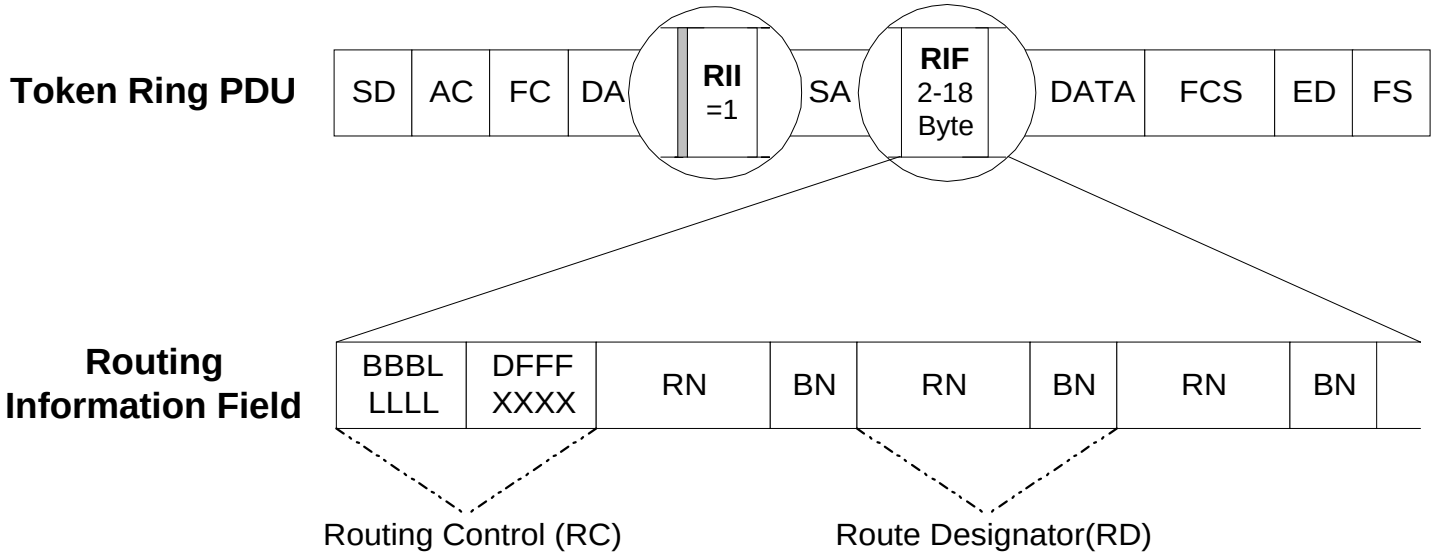
Source Routing

IBM verletzt den IEEE Standard 802.5(Token Ring) durch Veränderung des MAC-Rahmenaufbaus

Source Routing kommt ohne Adreßtabellen in den Brücken aus.

Wege-Information: jedes Teil-LAN besitzt eine 12 Bit lange Nummer, jede Brücke eine 4 Bit lange Nummer.

Wenn ein Rahmen das Teilnetz verlassen soll, wird das Unterscheidungsbit der Sendeadresse auf "1" gesetzt und die genaue Beschreibung des Leitwegs nach der Quelladresse eingefügt.



RII: Routing Information Indicator (Bit): Zeigt an, ob Routing-Information enthalten

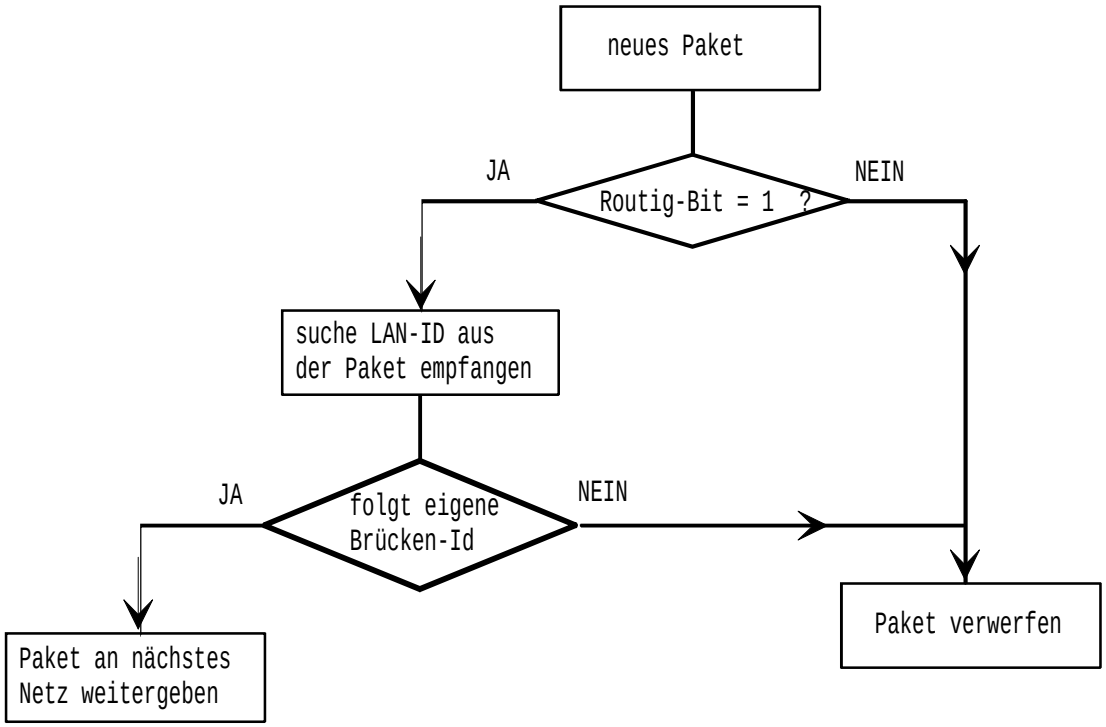
RC: Routing Control field

BBB = 10X	ALL Routes Broadcast	BBB = 0XX	Non-Broadcast, Route existiert
BBB = 110	Single Routes Broadcast	BBB = 111	Spanning Tree Routed

RD: Route Designator = RN: Ring Number (12 Bit) + BN: Bridge Number (4 Bit)

maximale Anzahl von Brücken zwischen Sender und Empfänger = 7

Source Routing



die Arbeitsweise von Brücken

Source Routing: den besten Weg finden

1. Zielstation im eigenen Teilnetz

Absender: testet durch XID-Command (Exchange Identification) an die Zielstation, ob diese im eigenen Teilnetz liegt

- ➔ wenn ja: Empfänger antwortet mit XID-Response
- ➔ wenn nein: Es kommt keine Antwort ➔ Zielstation im fremden Teilnetz

2. Zielstation im fremden Teilnetz

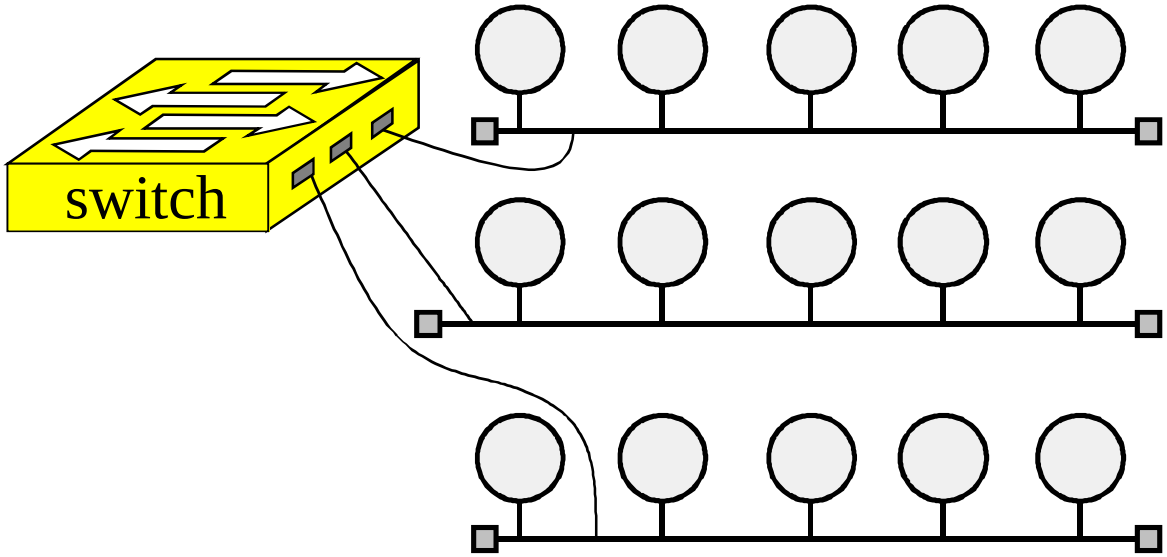
Absender: sendet ein Source-Request-Paket SRP als Broadcast-Datenpaket aus.

- All-Route-Methode (über alle Brücken und Teilnetze)
- Single-Route-Methode (nur über ausgewählte Brücken)

Die Brücken fügen ihre eigene Brücken- und Ringnummer dem SRP hinzu.

Durch das Versenden von Source-Request-Paketen jeder einzelnen Station kann es bei ausgedehnten Netzen zu Überlastung kommen.

Switch

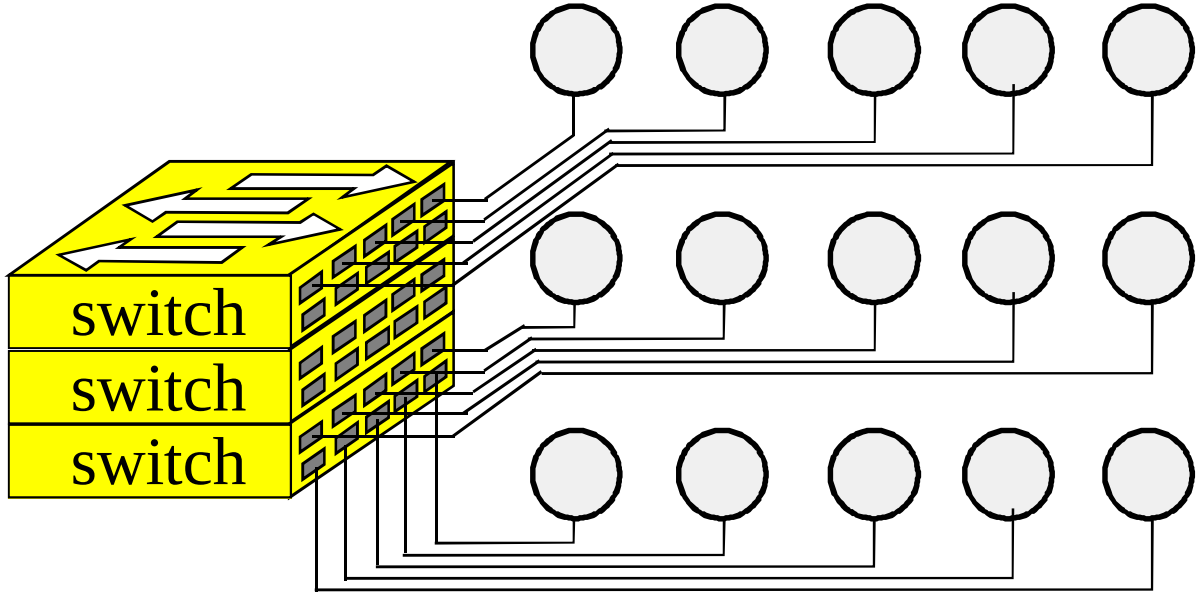


mittlere Aufenthaltdauer eines Ethernetpaketes bei 10 Mb/s:

Router	1.800 ms
Bridge	800 ms
Switch	40 ms

Segment Switching =
Switching von ‘Shared LANs’

Port Switching



Beispiel für Switch:

Durchsatz bis zu 100 Mpps

Backplane: 200 Gbps

Switching

Switching Arten:	Cut-Through = On The Fly	nur MAC-Adresse analysieren
	Fragment Free	Unterdrückung von Kollisionsresten
	Store-and-forward	wie Brücke

	Cut-Through	**Fragment Free**	**Store-and-forward**
Datenrate von *input* und *output*	muß gleich sein	muß gleich sein	egal
Die Routingentscheidung erfolgt nach	14 Bytes	64 Bytes	ganze Meldung
Unterdrückung von Kollisionsresten	nein	ja	ja
CRC-Prüfung	nein [1]	nein [1]	ja
Aufenthaltdauer (Ethernet) bei 10 Mb/s	40 µs	100 µs	800 µs
Aufenthaltdauer (Ethernet) bei 100 Mb/s	11 µs	60 µs	150 µs

[1]) CRC-Prüfung nur für Statistik zur Information des Administrators

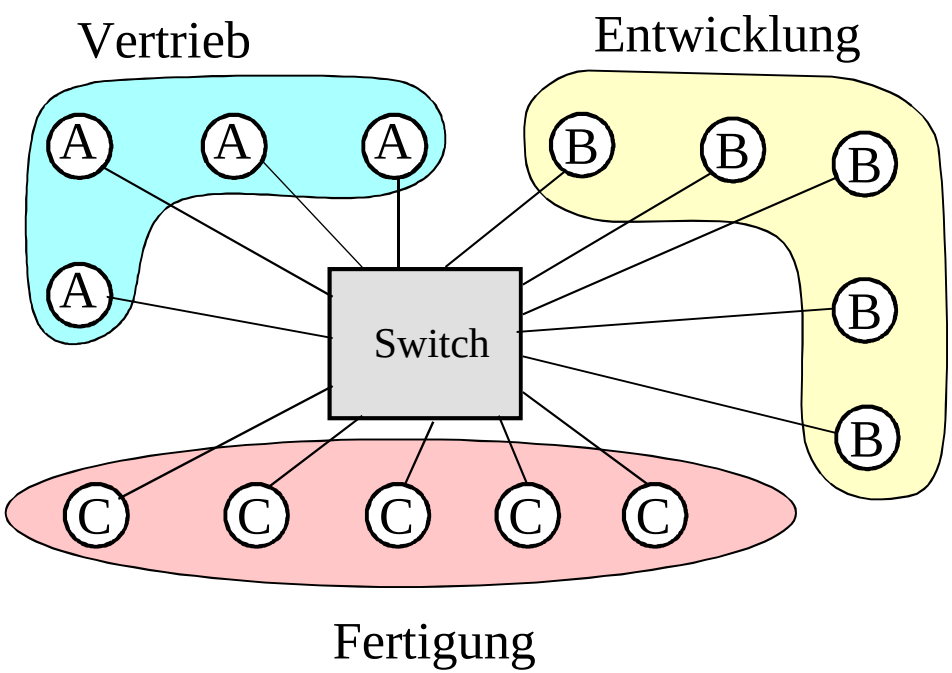
Aufenthaltdauer (*Ethernet*) bei 10 Mb/s in einem Router: 1800 µs. *Switch*-Durchsatz: 50..500 kPakete/s oder 1 Gb/s

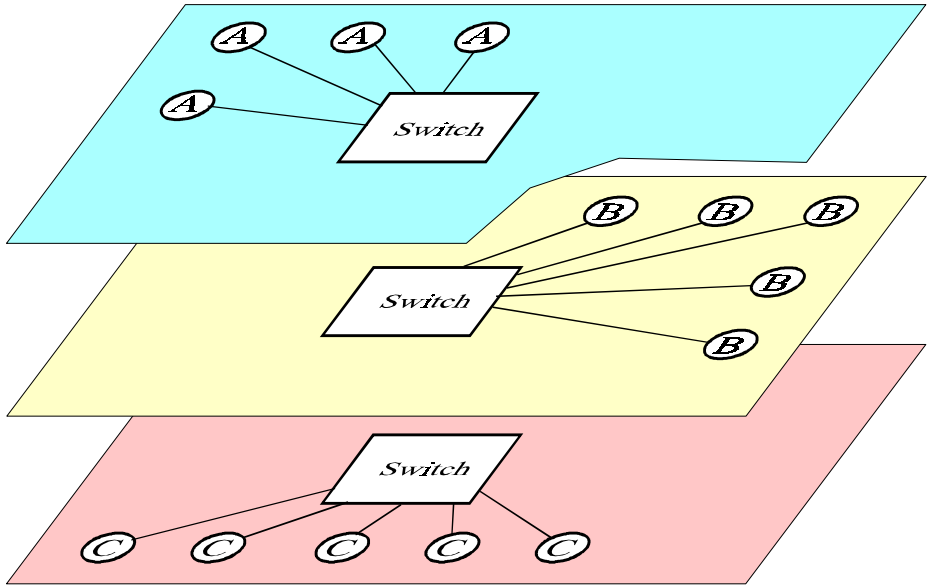
Ein *Flow* ist eine Serie von Paketen, die zur gleichen Session gehören und spezielle *Quality of Service* benötigen.
Einige Router bündeln *Flows* mit Warteschlangen. Manche Switches schalten *virtual circuits* für einen *Flow*.

100 Mb/s – Switch: nur store-and-forward, weil einfacher und weil delay sowieso klein ist.

VLAN : Virtual LAN

Broadcasts nur an das selbe VLAN, nicht über VLAN-Grenze hinweg weiterleiten





logisches Bild

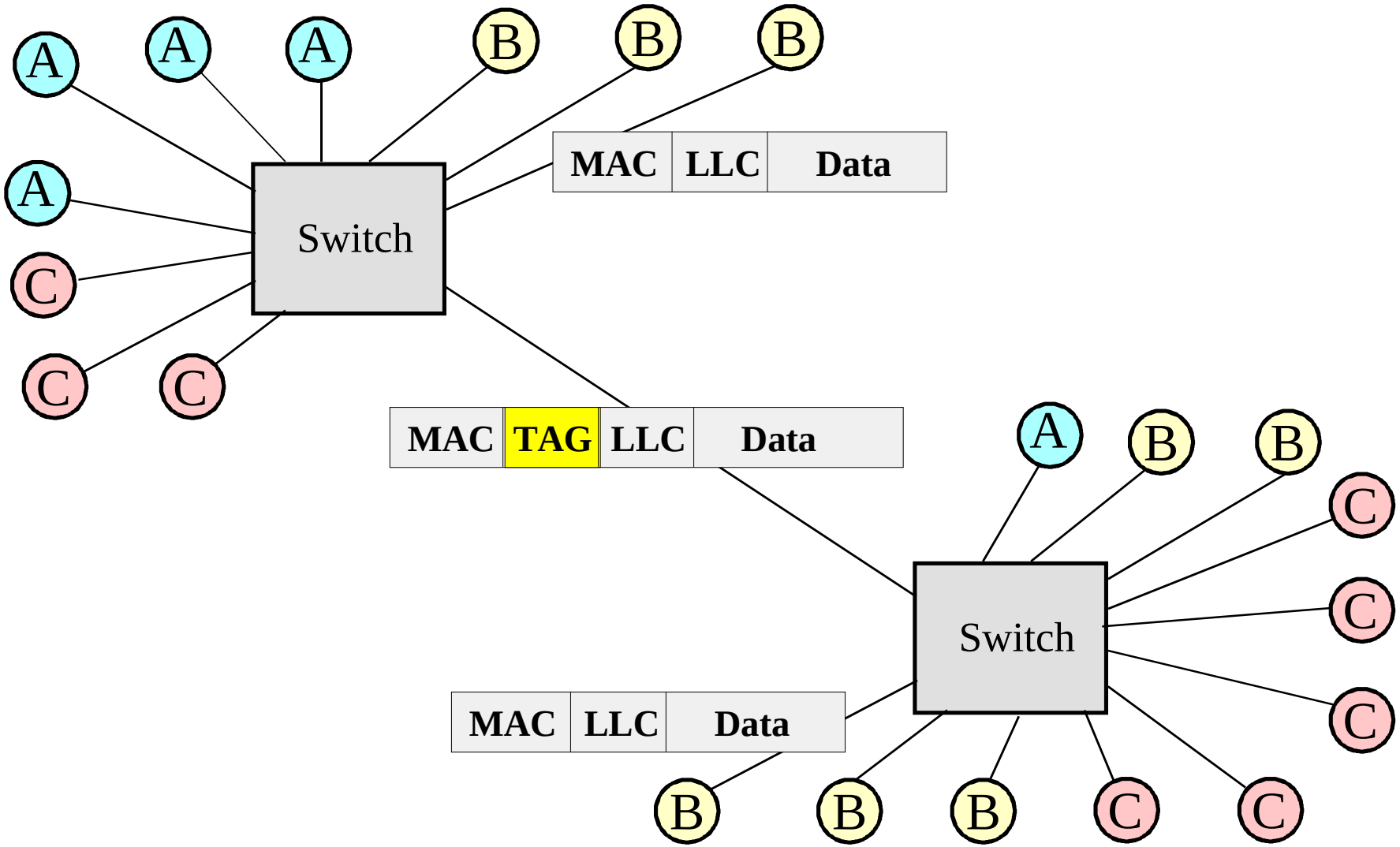
VLAN-Kriterien:

- Switching Port
- MAC Address
- IP Subnet Address
- IPX Net Address

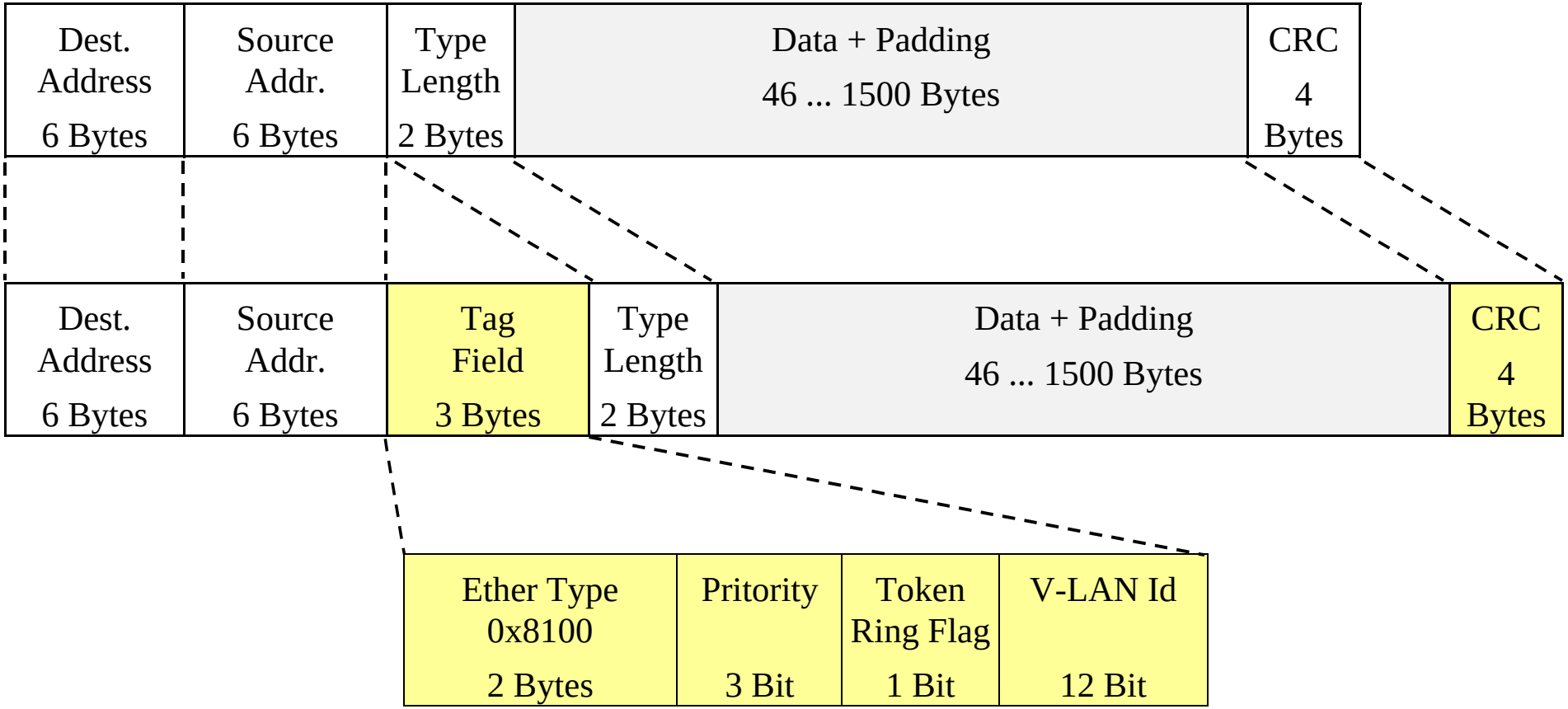
VLAN : Virtual LAN

- VLAN = Broadcast Domain
- VLAN is essentially L3 subnet
- VLAN Boundary can be crossed by a Router or L3-Switch
- VLAN: Logical versus Physical View

VLAN : Frame Tagging



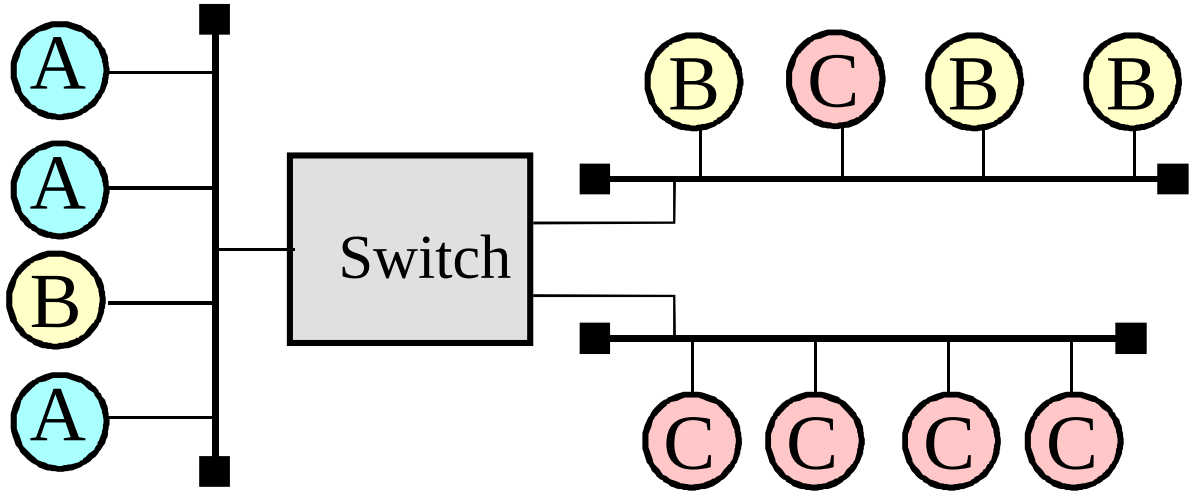
VLAN : 802.1Q Frame Tagging



Frame Check Sequence (CRC) is recalculated

VLAN : Segment Switching

Bei Segment Switching lassen sich die VLANs oft nicht in idealer Weise trennen.



Was bringt die gezeigte VLAN-Konfiguration im Vergleich zum einfachen Switch ?

Gibt es einen Vorteil ?

VLAN und Spanning Tree

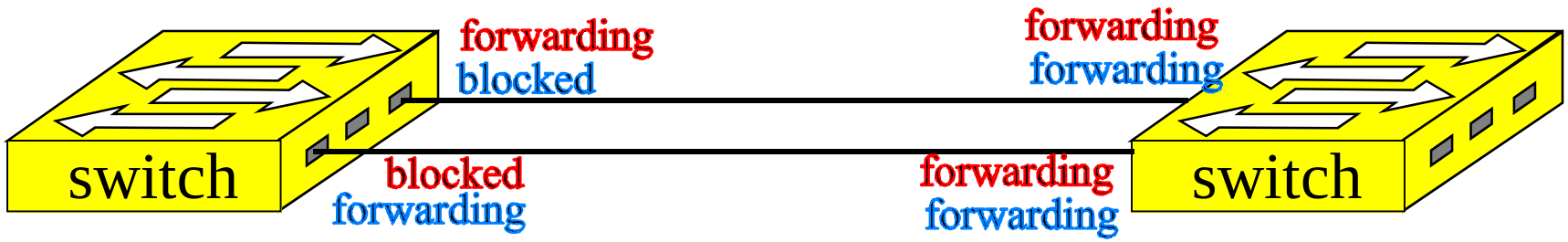
Es gibt folgende Funktionen (z.T. herstellerabhängig)

Für jedes VLAN kann eine andere Brücke als Root-Bridge ausgewählt werden

➔ Lastverteilung im Netz

An einem Port kann man für jedes VLAN eine andere Priorität wählen

➔ damit ist Load-sharing von parallelen Links möglich



Beispiel: alle geraden VLANs, alle ungeraden VLANs