

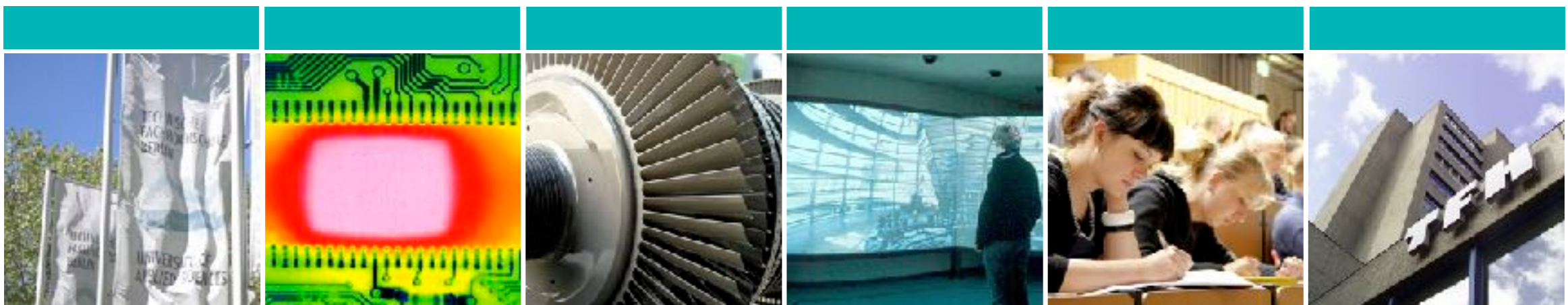
BEUTH HOCHSCHULE FÜR TECHNIK BERLIN
University of Applied Sciences



Offene Gebäudeautomation Summer School

Netzwerktechnik

EMR



Repeater verbinden Netzsegmente in der Schicht 1 zu einem Netz (LAN)

- *Repeater* übertragen einzelne Bits von einem Segment auf alle anderen angeschlossenen Segmente.
- *Repeater* empfangen ein Bit und senden es dann weiter; es tritt nur eine geringe Verzögerung auf (Ethernet: < 1 Mikrosekunde)
- Die digitalen Signale werden regeneriert:
 - Pegelverlust durch die Dämpfung des Mediums wird ausgeglichen
 - Eingeprägte Störungen werden beseitigt

Repeater verbinden Netzsegmente in der Schicht 1 zu einem Netz (LAN)

- *Repeater* arbeiten als bidirektionale digitale Verstärker
- Die Segmente bleiben lastmäßig gekoppelt (Kollisionsdomäne). Auch technische Probleme (fehlende Endwiderstände, Kabelbrüche, Kontaktprobleme) können sich bei einem einfachen *repeater* auf andere Segmente auswirken. Besonders kritisch bei *multi-port-repeater*.

Repeater (aktive Sternkoppler)



Repeater verbinden Netzsegmente in der Schicht 1 zu einem Netz (LAN)



Brücken verbinden Netze in der Schicht 2 in einem LAN

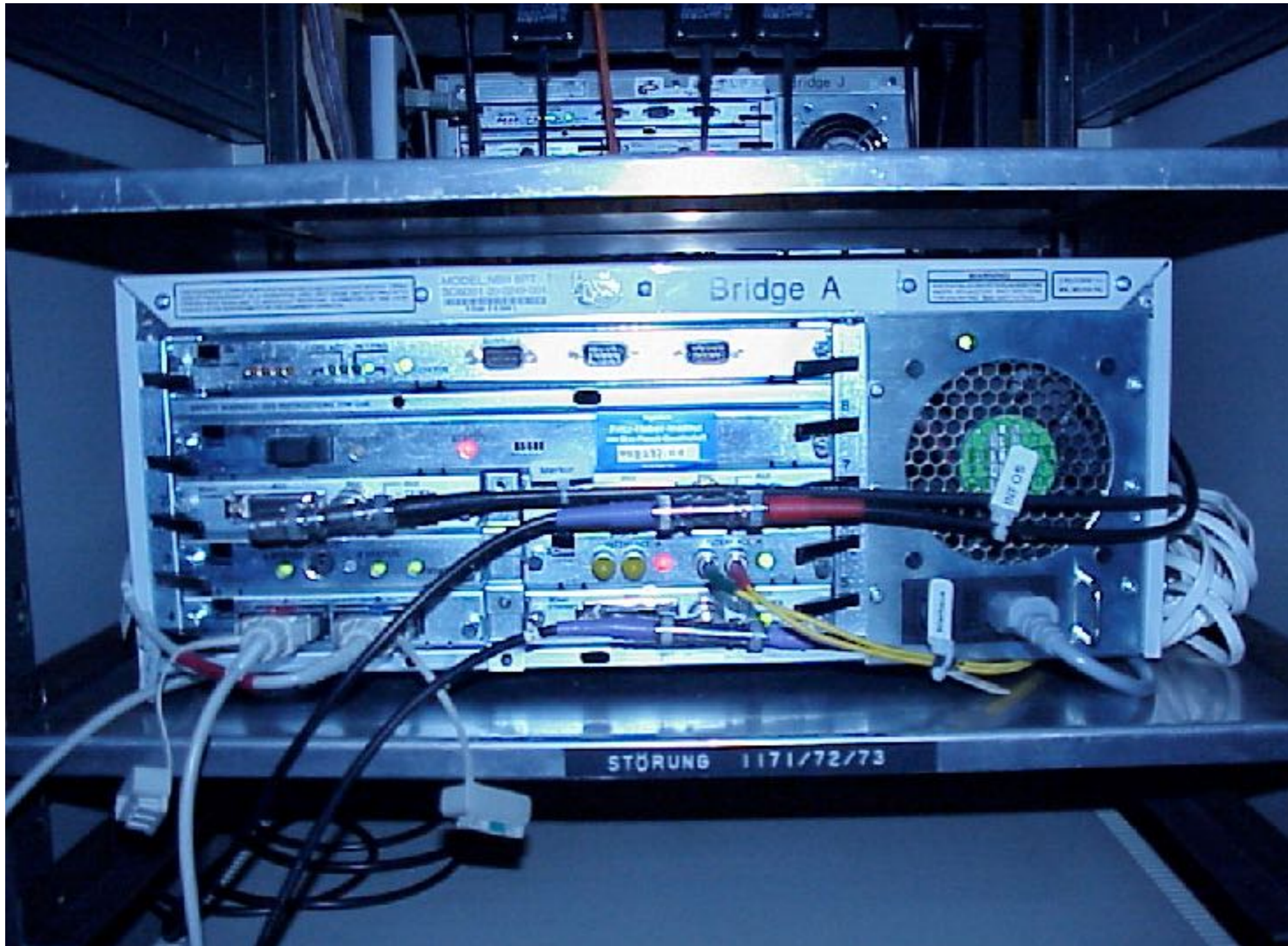
- Brücken übertragen nicht mehr einzelne Bits sondern komplette Frames.
- Beschränkungen der Zugriffsverfahren (Länge, Stationsanzahl) werden überwunden.
- Durch Brücken werden Segmente durch den dazwischenliegenden Speicher entkoppelt: Fehler (Auftrennen, Kabelbruch, Kurzschluss, ...) in einem Segment beeinflussen die anderen Segmente nicht.
- Brücken sind für die Software in den oberen Schichten transparent; es ist für die Programme unerheblich, ob im Übertragungsweg Brücken vorhanden sind.



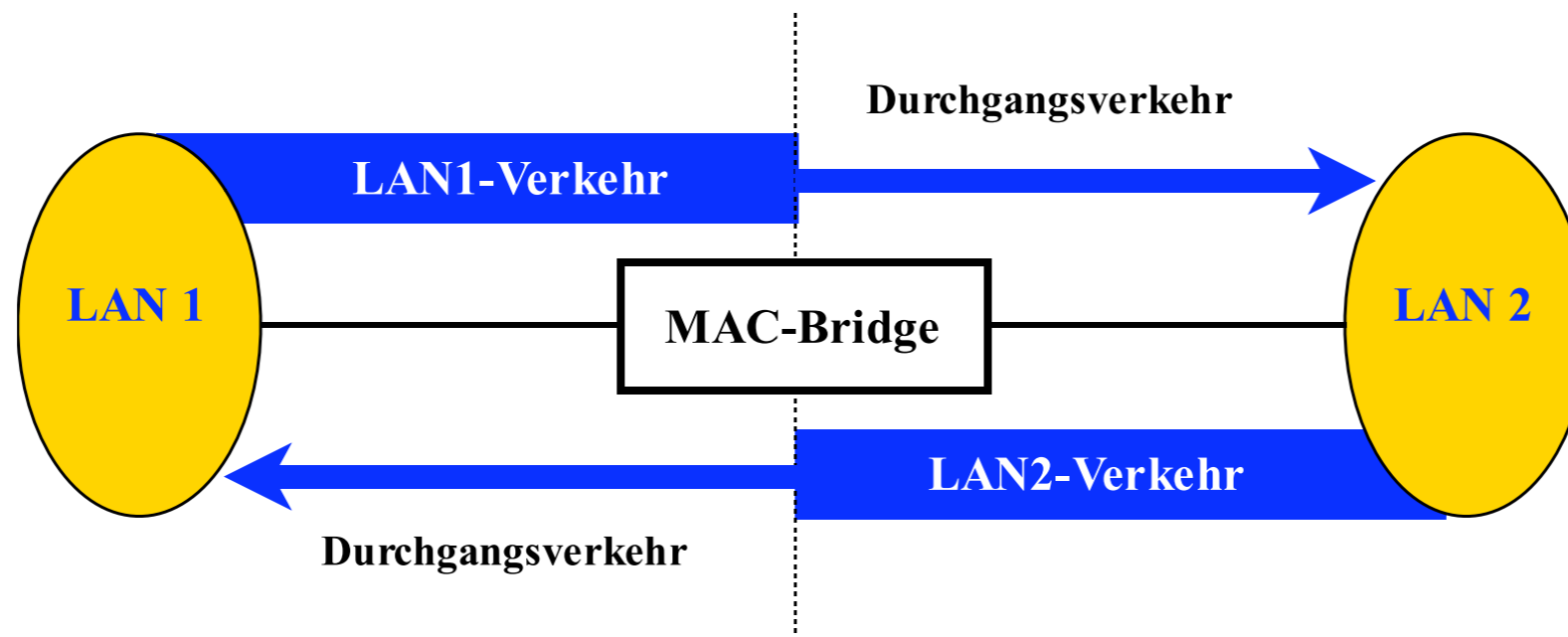
Bridge



Brücken verbinden Netze in der Schicht 2 in einem LAN



Hauptaufgabe einer MAC-Brücke ist ihre Filterfunktion



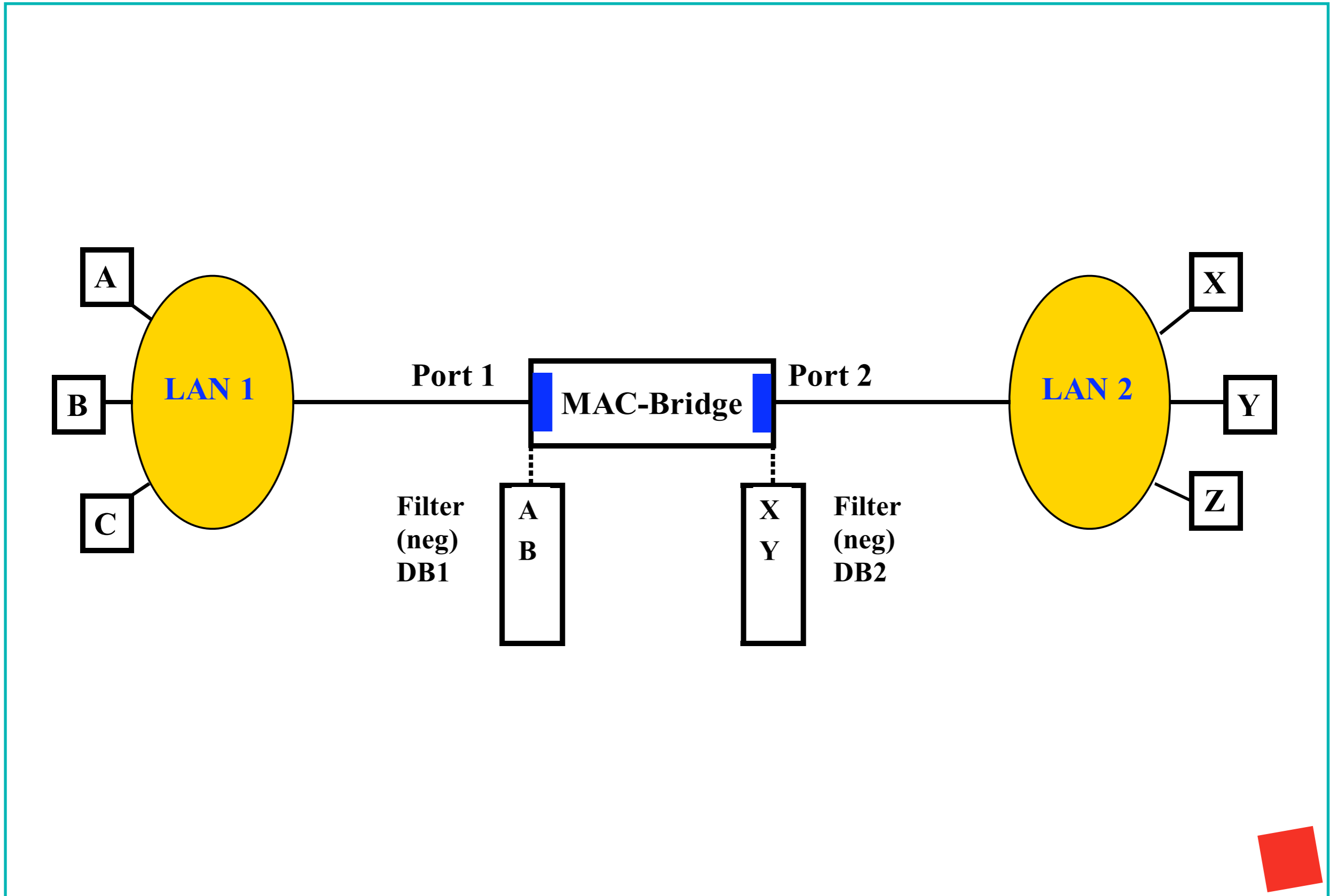
- Verminderung der Gesamtnetzlast, d.h. lokaler Datenverkehr eines LANs wird nicht in andere LANs übertragen.
- Blockierung der Übertragung von *MAC-frames* bestimmter Stationen über ihr eigenes LAN hinaus.
- Sicherheitsbedürftiger LAN-Verkehr kann z.B. nur lokal gehalten werden.

```
ETHER: ----- Ether Header -----  
ETHER:  
ETHER: Packet 568 arrived at 18:53:22.78  
ETHER: Packet size = 1506 bytes  
ETHER: Destination = 0:4:80:73:5d:0,  
ETHER: Source      = 0:3:ba:1f:be:e9,  
ETHER: Ethertype = 0800 (IP)  
ETHER:  
IP: ----- IP Header -----  
IP:  
IP: Version = 4  
...
```


- Der Verkehr innerhalb der Segmente (sowohl Sendeadresse als auch Zieladresse liegen an einem Segment) soll nicht auf die anderen Segmente übertragen werden.
- Wenn die physikalischen Adressen der angeschlossenen Geräte nicht im Zusammenhang mit dem Anschlussort zu bringen sind, muss die Brücke lernen, an welchem Port welche Stationen aktiv sind.
- Es werden Adresstabellen (*caches*) aufgebaut, die die Zuordnung MAC-Adresse \leftrightarrow Anschlussnummer und einen Zeitstempel enthalten.
- Mit Lasttrennung stehen auf allen Segmenten jeweils (maximal) die volle Bandbreite zur Verfügung.
- Bei CSMA/CD kann die Anzahl der Kollisionen gesenkt werden.



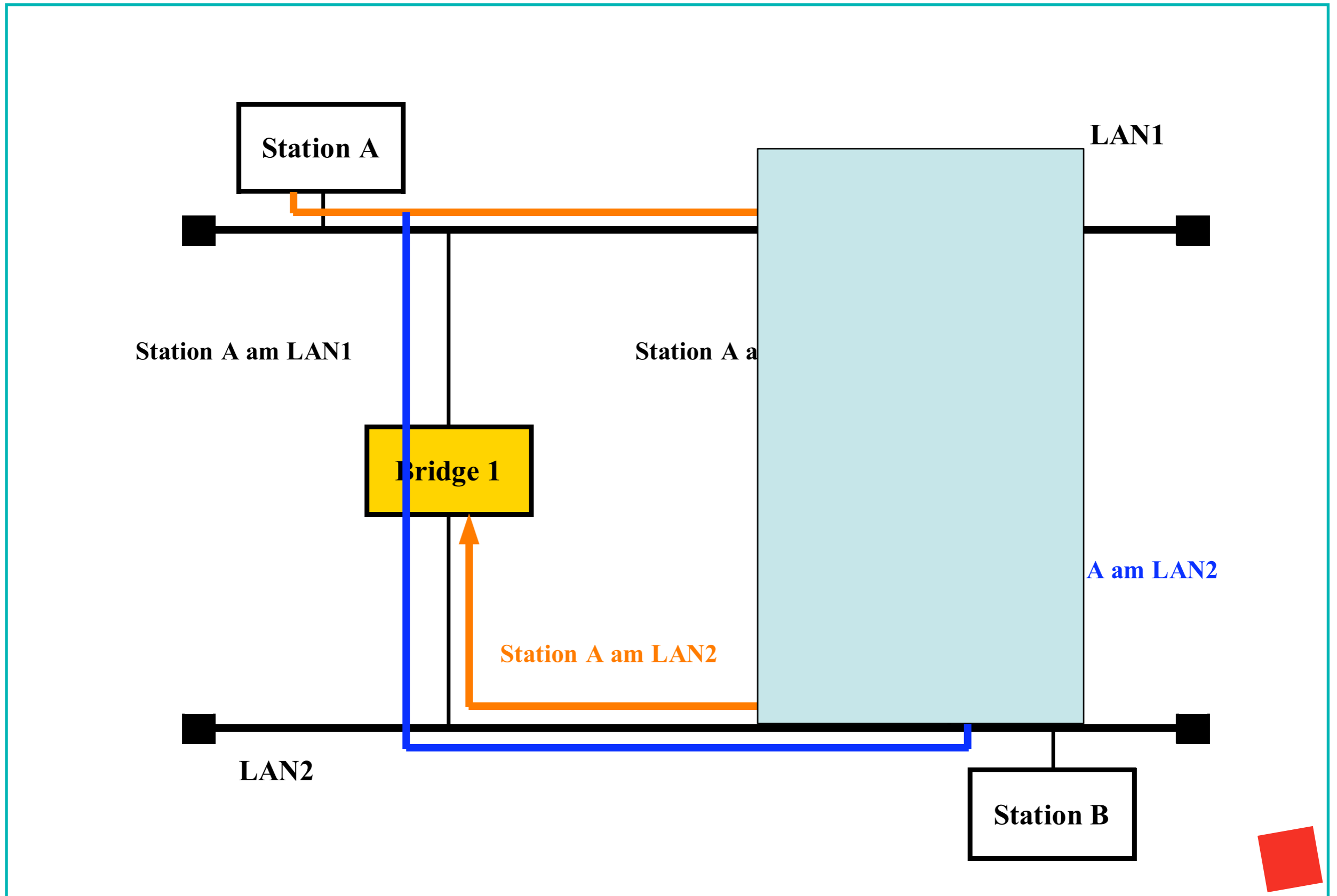
Bridge



- Wenn mehrere Wege zwischen zwei Segmenten existieren, dürfen *frames* nicht über parallele Wege gebrückt werden: Kollision und vollständige Netzbelastung wären die Folge.
- Andererseits sind redundante Verbindungen zwischen wichtigen Segmenten im Netz wünschenswert.
- In der Norm ISO 8802/1d ist deshalb ein Verfahren festgelegt worden, wie redundante Verbindungen nutzbar konfiguriert werden können: der Spanning Tree - Algorithmus.

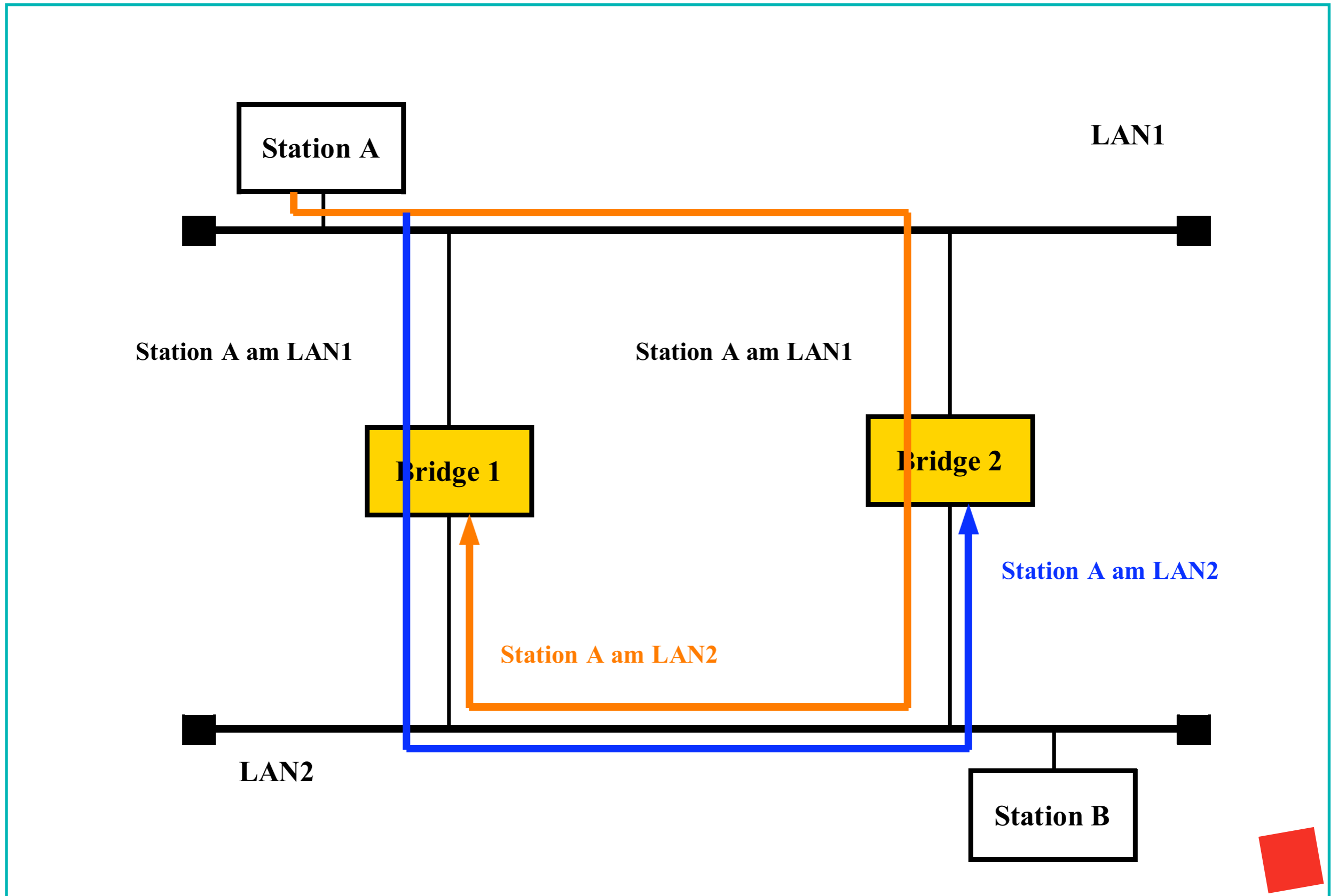


Spanning Tree Algorithm





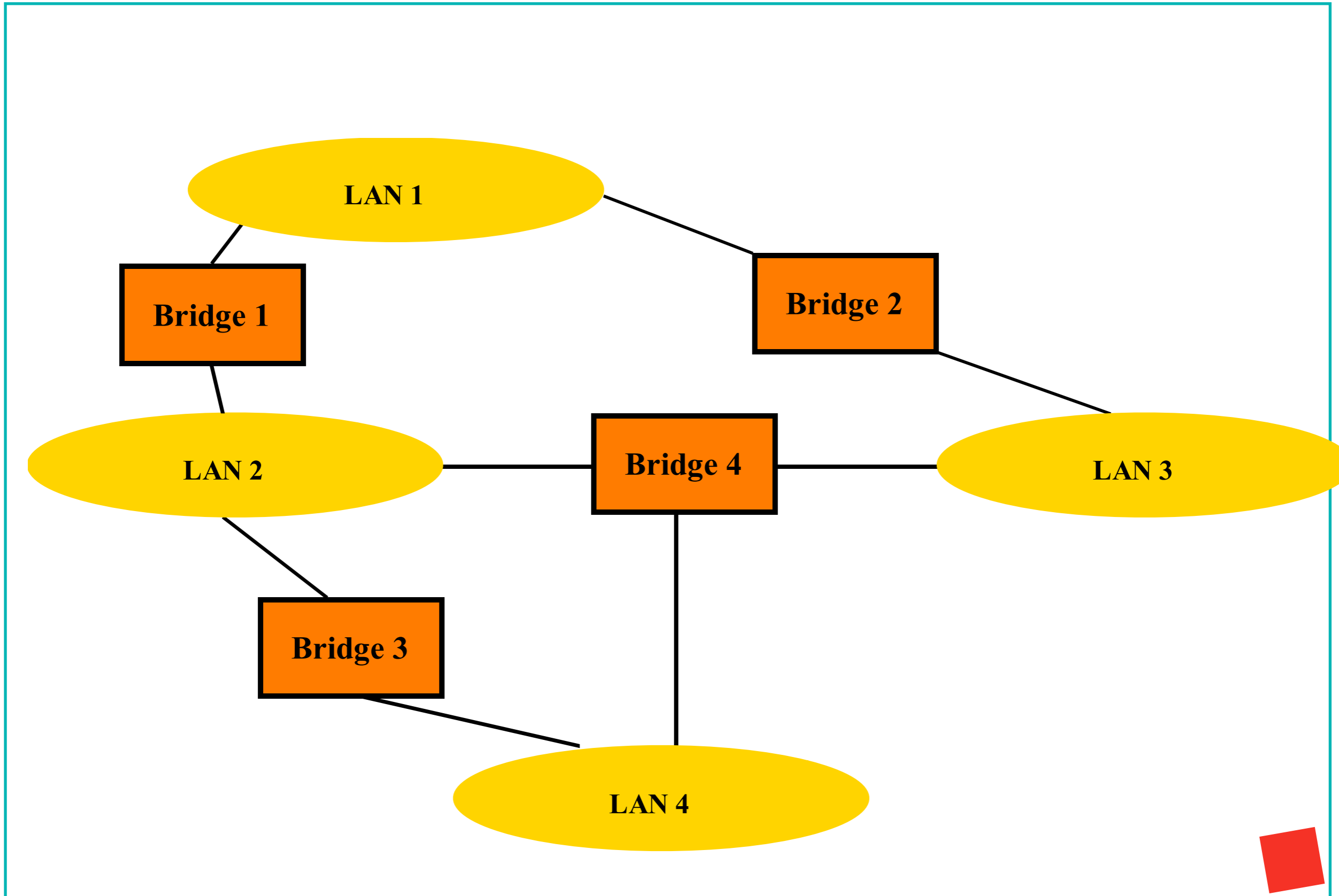
Spanning Tree Algorithm



- Anhand konfigurierter Parameter werden zur Anschaltzeit eine *Root Bridge* und für jedes Segment eine designierte Brücke ausgehandelt.
- Alle Ports außerhalb der *Root Bridge*, die nicht zur *Root* oder auf ein designiertes Segment weisen, werden inaktiviert.
- Regelmäßig werden BPDUs (Bridge Protocol Data Units) ausgetauscht, ob sich der Zustand geändert hat; bei Bedarf werden Backup-Routen freigegeben.



Spanning Tree Algorithm



- Brücken arbeiten nach folgendem (minimalen) Algorithmus:
 - kompletten Frame empfangen,
 - FCS prüfen; bei Fehler, Frame verwerfen.
 - Frame speichern,
 - Auf Zugangsberechtigung zu anderen Segmenten warten (freies Medium, *token*)
 - Frame senden, Speicher wieder freigeben.

Untere Schranke für die Verzögerung ist damit die Übertragungszeit des *frames*. Hinzuzuaddieren sind (belastungsabhängige) Verarbeitungs- und Verwaltungszeiten sowie die Wartezeiten auf Sendeberechtigung.

Beispiel CSMA/CD, 10 Mbit/s:

Übertragungszeit für ein Bit:	0,1 Microsekunden
Minimale Framelänge:	64 Oktette = 512 Bit.
Übertragungszeit 64 Oktette:	51,2 Microsekunden
Maximale Framelänge:	1526 Oktette = 12208 Bit
Übertragungszeit 1526 Oktette:	1,22 Millisekunden

- *Switches* haben weitgehend die Funktionalität von Brücken: sie leiten *frames* weiter.
- *Switches* haben mehr als zwei Ports. Die Zieladressen ankommender Pakete werden geprüft; jedes Paket wird nur an sein Zielsegment weitergeleitet.
- Die Weitergabe von *frames* zwischen verschiedenen Ports kann zeitgleich erfolgen: Die Bandbreite des Netzes wird erhöht.
- *Switches* können auch zur Verbindung verschiedener Netzwerk-Standards eingesetzt werden.
- Mit *switching* kann die Bandbreite vorhandener Netze deutlich erhöht werden.

- *Switches werden derzeit in zwei Varianten eingesetzt:*
 - *Frame switching* wird benutzt, um die verfügbare Bandbreite von *ethernet-* oder *token-ring-*Netzen zu erhöhen.
 - *Cell switching* wird als Methode genutzt, Informationen durch (vermaschte) Netze zu leiten (*routing*); Weiterentwicklung der Paketvermittlung (*packet switching*).
- Zwei Arten von *Switches* werden unterschieden:
 - *Store-and-forward*: *Frames* werden vollständig empfangen, geprüft und dann weitergeleitet.
 - *Cut-through* (oder: *On-the-fly*): Während der Empfang eines *Frames* noch andauert, wird er bereits auf dem Zielport ausgesendet.



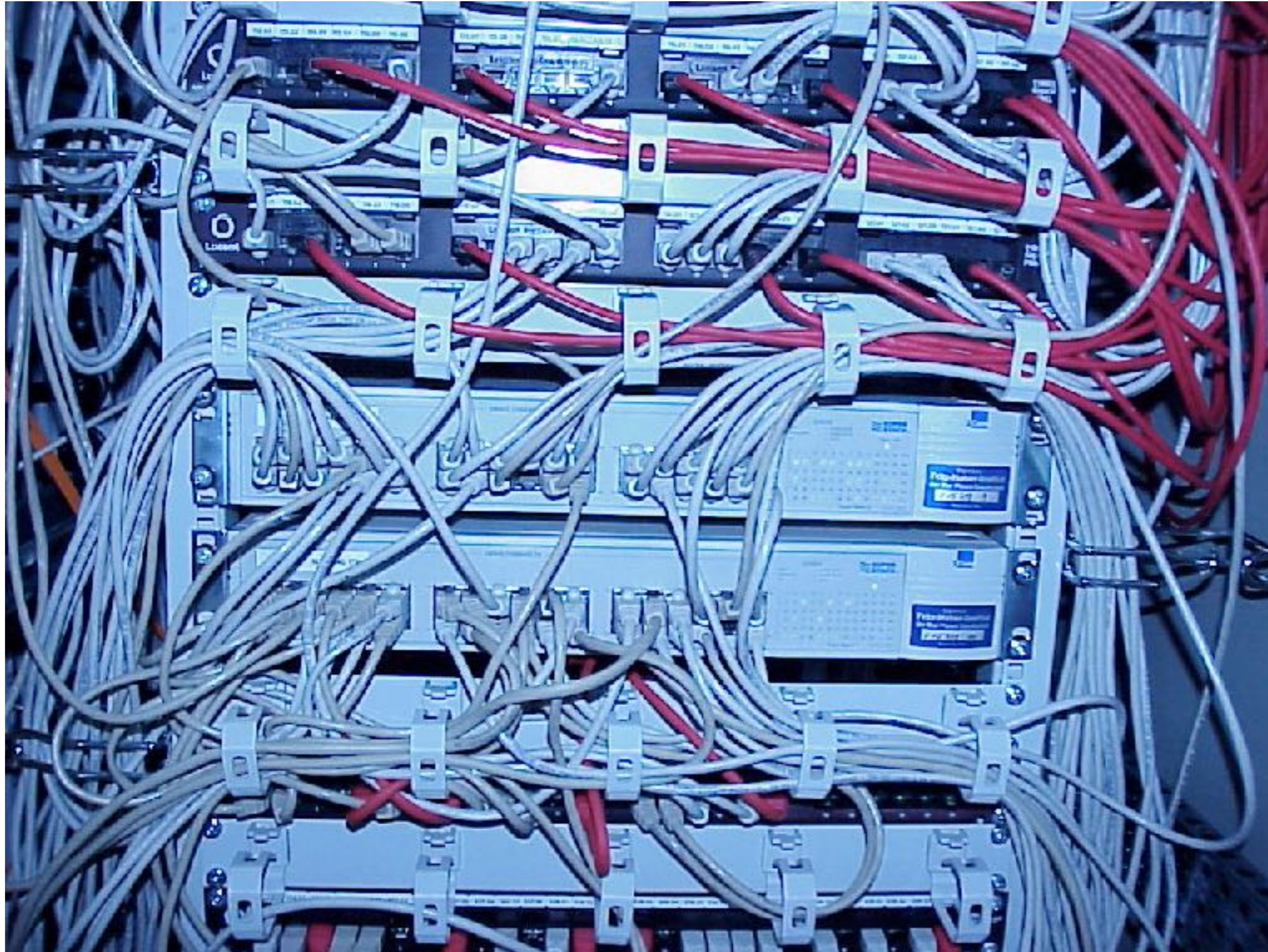
Switch



Office-switch



Switch





- Paketdurchsatzrate (*Forwarding rate*)
Anzahl der Pakete, die pro Sekunde weitergeleitet werden. Je höher diese Zahl ist, um so höher ist die Bandbreite des *switches*.
- Latenzzeit, gemessen in μsec
Zeit die der *Switch* zur Weiterleitung eines Paketes benötigt. Je geringer die Latenzzeit ist, um so besser kann die verfügbare Bandbreite ausgenutzt werden.

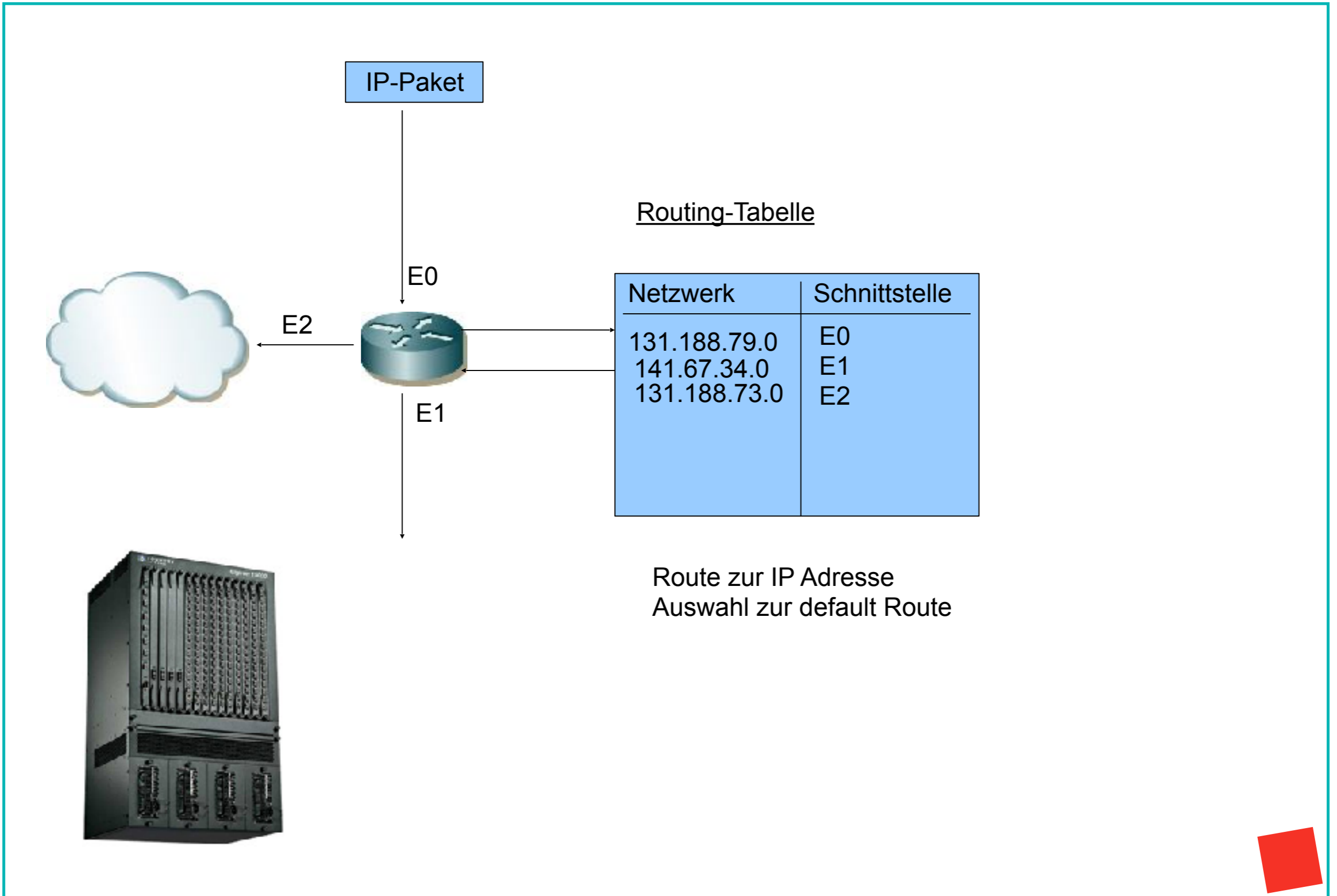


- Ein Router ist ein System, welches Pakete zwischen verschiedenen Netzen weiterleiten kann
- Router versenden IP-Pakete anhand ihrer Ziel-Adressen in die entsprechenden Netzwerke
- Ein Router arbeitet auf der Vermittlungsschicht 3

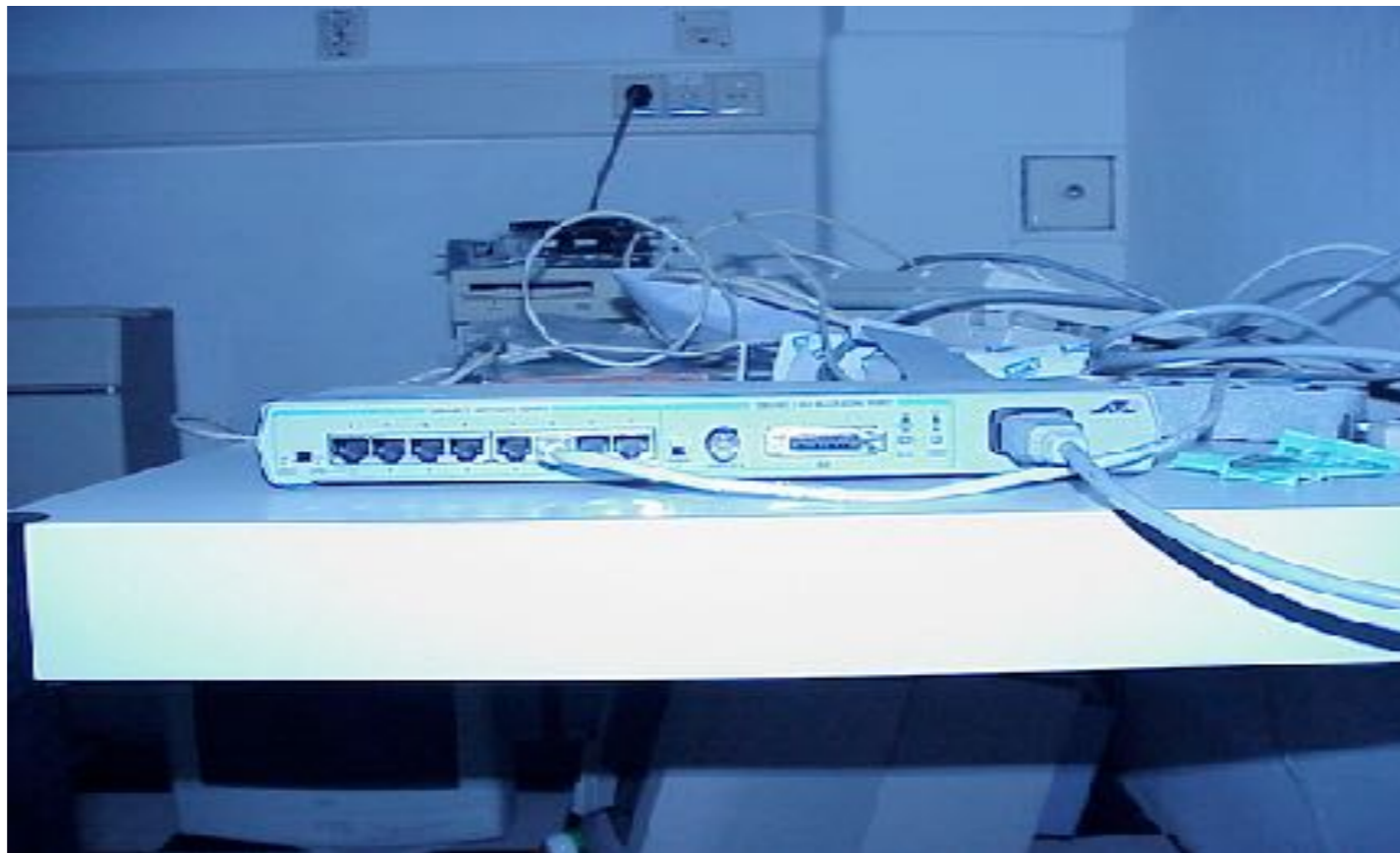




Router



- Übersetzung: (Rad-)Nabe; Zentrum.
 - Synonyme: Sternkoppler, Konzentrator, Network Center, Verteiler,...
- Es gibt keine einheitliche Definition der Funktionalität eines Hubs.
Im Sprachgebrauch wird meist ein *Multiport-repeater* mit TP-Anschlüssen als Hub bezeichnet.

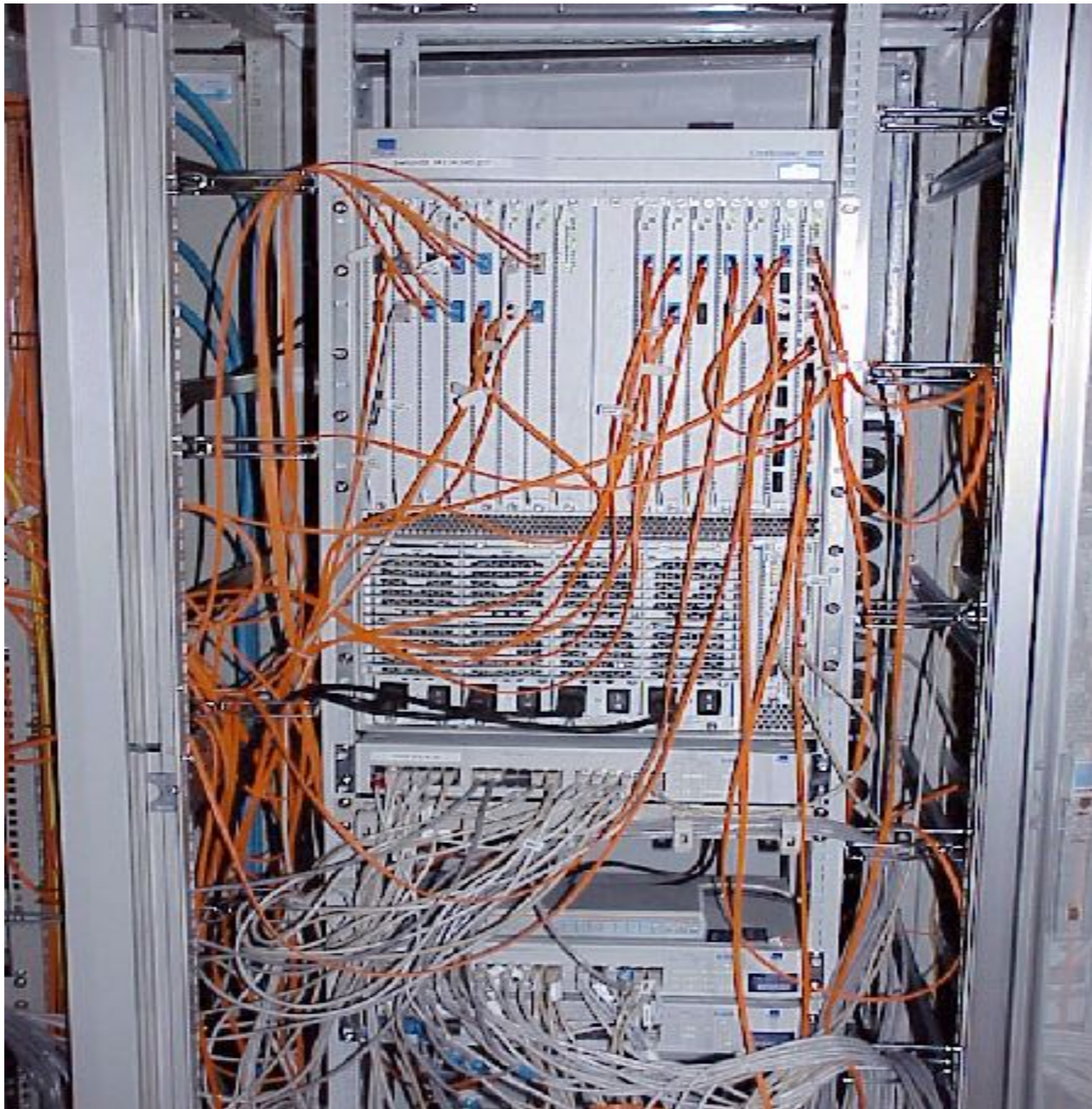


- Physikalischer Aufbau:
 - Entweder ein Schrank (19“-Rack) mit Platz für ein oder mehrere Chassis (mit Backplanes) für Einschub und Verbindung von Einschubkarten (Netzanschlüsse, Steuerkarten, Stromversorgung)
 - oder Einzelgeräte, als Auf Tischgeräte oder 19“-Einschübe. Die (schnelle) Verbindung von Hubs über nichtstandardisierte Verbindungen erlaubt bei sog. *stackable hubs* die Erhöhung der Portanzahl.

Ein Hub bildet ein Zentrum eines LAN. Verschiedene Segmente des LAN und/oder Anschlusskabel von Rechnern laufen im Hub zusammen.



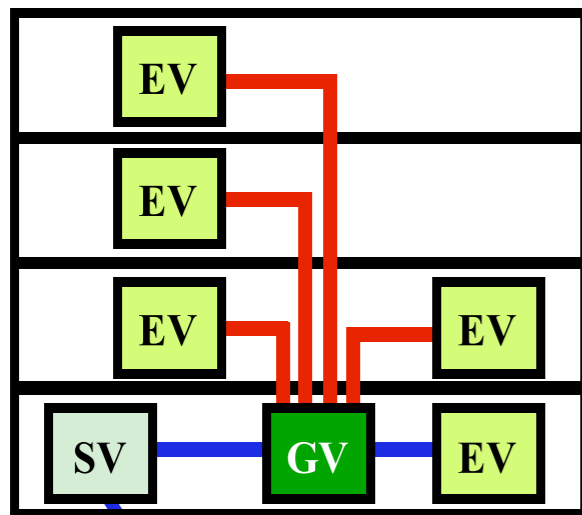
Hub



- Der Einsatz von Hubs ist notwendig für die sternförmige Topologie, die als strukturierte Verkabelung bezeichnet wird. Die Verkabelung wird dann in 3 Bereiche unterteilt:
 - Primärbereich: Verkabelung zwischen den Gebäuden.
 - Sekundärbereich: (vertikale) Gebäudeverkabelung.
 - Tertiärbereich: Etagenverkabelung.



Prinzip

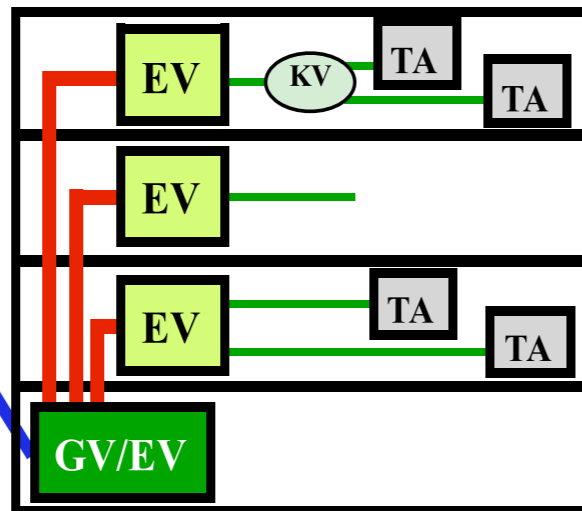


Sekundär
verkabelung

Tertiär
verkabelung

Gebäude A

Primär
verkabelung

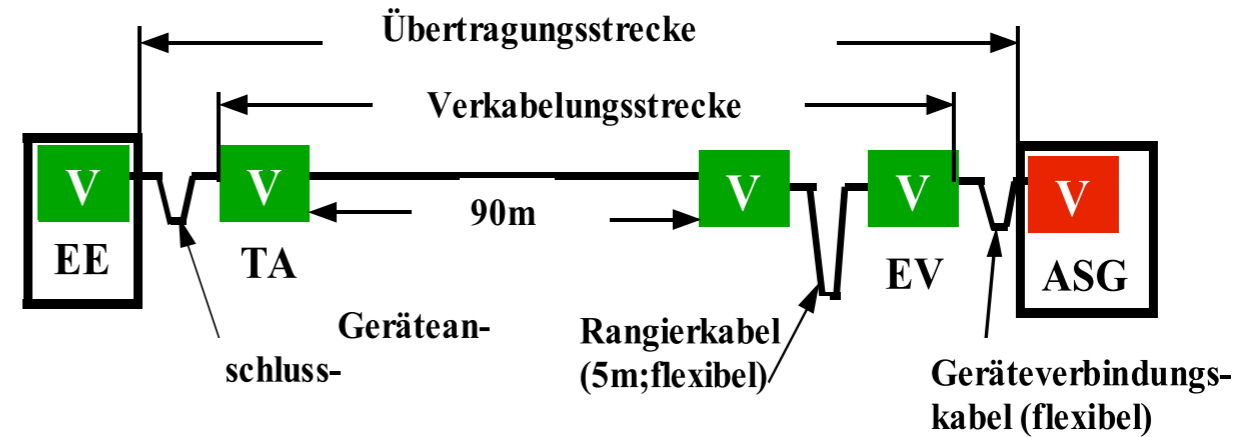


Gebäude B

- EV** Etagenverteiler
- SV** Standortverteiler
- GV/EV** Gebäude-/Etagenverteiler
- TA** Arbeitsplatzanschluss
- KV** Kabelverteiler

Tertiärverkabelung

Symmetrische Kupferkabel



- V** Verbindung
- EE** Endgerät, Arbeitsplatz
- ASG** Gerät im Etagenverteiler
- TA** Arbeitsplatzanschluss
- EV** Etagenverteiler



- Funktionsintegration und –konzentration
- Konzentratoren, Repeater, Brücken, Router für die verschiedenen Standards:
 - an einem Ort
 - in einem Gehäuse
 - aus einer Hand



- Verbindung über schnelle *backplane* gibt die Möglichkeit zur dedizierten Bandbreitenzuordnung für Segmente oder Anschlüsse.
- Es kann ein komplettes schnelles Backbone-Netz im *hub* realisiert werden (collapsed backbone)
- Günstiger Preis pro Anschluss-Port
- Einheitlicheres Management als bei Einzelgeräten mit herstellerspezifischen Zusatzfunktionen.



- Anpassbarkeit an neue oder wechselnde Anforderungen durch softwaremäßige Umkonfigurierung/Zusammenfassung oder Trennung von Ports (*port switching*) oder Umschaltung/Anschlussaustausch vor Ort.
- modularer Aufbau; Austausch von/Erweiterung mit Modulen.
- Aufbau *virtueller LAN* für Benutzergruppen durch *port switching*.
- Die Investitionen für die strukturierte Verkabelung kann möglicherweise bei späteren Techniken weitergenutzt werden; nur die aktiven Komponenten müssen angepasst, erweitert oder ausgetauscht werden.



- Herstellerabhängigkeit (beim wichtigsten Teil im LAN!!!)
Hubs und insbesondere deren Herzstück, die Backplane, sind nicht genormt. Einschübe sind nur beim Hersteller des Hubs oder wenigen OEMs erhältlich. Wegfall des Herstellers bedeutet Investitionsverlust oder schlechte Ausbaufähigkeit.
- Single Point of Failure (*SPoF*)
Beim Ausfall des Hubs ist das ganze Netz außer Betrieb. Denkbar bei Feuer, Überhitzung (Ausfall Klimaanlage), Sabotage, Stromausfall, Bauarbeiten, ... Aber auch Gerätedefekte, Softwarefehler ...
- Fehler oder böswillige Eingriffe beim Systemmanagement können ebenfalls zur Inoperabilität des gesamten Netzes führen.
- Die Laufzeit der Pakete können durch die aktiven Komponenten erhöht werden.

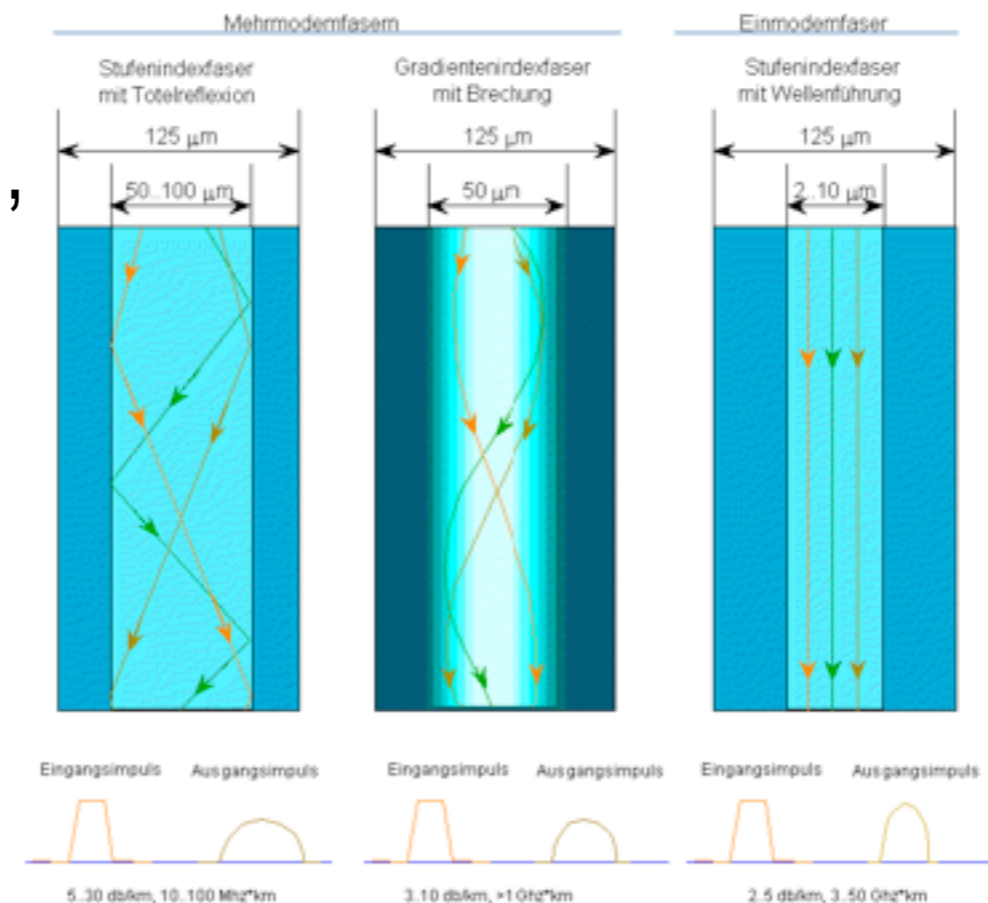
- Wichtige Teile des Hubs können redundant ausgelegt werden:
 - Geteilte Backplane
 - Redundante Stromversorgungsmodule
- Die Backplane wird passiv, ohne aktive elektronische Bauelemente aufgebaut:
 - Die Ausfallwahrscheinlichkeit sinkt.
 - Der Austausch von Moduln kann während des laufenden Betriebes erfolgen
- Sicherung des Zugriffs:
 - Für Steuerfunktionen wird ein Außerband-Kanal bereitgestellt; Konfiguration, Fehlersuche und Diagnose über V.24- oder Modemanschluss
 - Systemmanagement über SNMPv2/3 mit wesentlich verbesserter Sicherheit

Lichtwellenleiter (LWL) sind die Medien, die derzeit die höchste Bandbreite für die Kommunikation bereitstellen.

- LWL eignen sich nur für Punkt-zu-Punkt Verbindungen,
- ermöglichen hohe Übertragungsraten,
- können durch geringe Dämpfung ohne Verstärkung Strecken von mehreren Kilometern überbrücken,
- sind abhörsicher und erzeugen keine Störungen.

- Die einzelnen Typen von Lichtwellenleitern unterscheiden sich nach der Anzahl der geführten Wellen und der Art des Brechzahlverlaufes. Im wesentlichen gibt es drei Typen von Lichtwellenleitern:

- Multimodefaser mit Stufenprofil,
- Multimodefaser mit dem Gradientenprofil,
- Monomodefaser.



Die ersten zwei Typen von LWLn bezeichnet man als Multimodefaser, da sich mehrere Moden in einem relativ dicken Kern ausbreiten können.

- Aktuelle Technik zu hause

