

Brandenburgische Technische Universität Cottbus

Lehrstuhl Rechnernetze und  
Kommunikationssysteme

b-tu

---

# Rechnernetze

## Eine (kurze) Einführung

Cluj, Wintersemester 2019/20

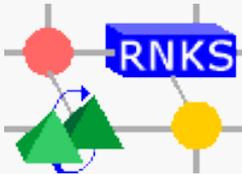
**Prof. Dr.-Ing. habil. Hartmut König**

---

## III.9

# Zwischensysteme

*(intermediate systems)*



---

# Zwischensysteme

Netze werden über **Zwischensysteme** (*intermediate systems*) verbunden.

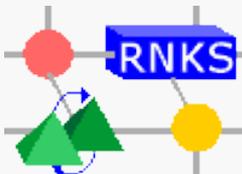
## ● **Zwischensysteme**

- Technische Einrichtungen aus Hard- und Software, die Netze mit unterschiedlichen Funktionsweisen verbinden.

 **Durch Zwischensysteme werden keine neuen Dienste bereitgestellt !!!**

## ● **Internetworking**

- Verkopplung von unabhängigen Netzen zum Zwecke des netzübergreifenden Informationsaustauschs



---

# Ziele des Internetworking

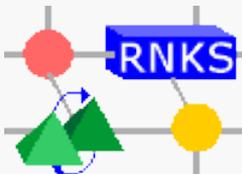
## ● Verbund von Netzen

- Kooperation
- Informationsaustausch
- Ressourcenverbund usw.

☞ Ähnliche Motive wie für die Entstehung von Netzen (siehe Kap. 1) !!!

## ● Netzmanagementaspekte

- hierarchische Strukturierung von Netzen
  - ↪ Sicherheitsmanagement
  - ↪ Leistungsmanagement



---

# Probleme bei der Realisierung von Zwischensystemen (1)

Zwischensysteme müssen die unterschiedlichen Eigenschaften der zu koppelnden Netze ausgleichen. Dabei müssen u. a. folgende Probleme gelöst werden:

## ● Adressierung

- jedes Netz hat seinen eigenen Adressraum

## ● Unterschiedliche Protokolle

- unterschiedliche PDU-Formate
- verbindungslos/verbindungsorientiert
- unterschiedliche Mechanismen der Fehlerkontrolle
- unterschiedliche Statusinformationen
- verschiedene Time-outs
- unterschiedliche Netzzugangsmechanismen
  - ↳ Punkt-zu-Punkt, LAN-Zugriffe, Funk- vs. Festnetz



---

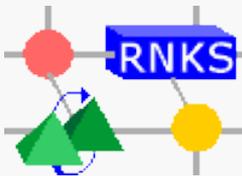
# Probleme bei der Realisierung von Zwischensystemen (2)

- **Nutzerzugangskontrolle**

- Überprüfung von Zugangsberechtigungen

- **Leistungsparameter**

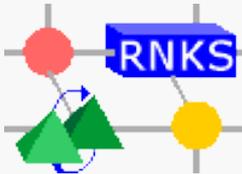
- unterschiedliche Übertragungsraten
- unterschiedliche QoS



---

# III.9.1

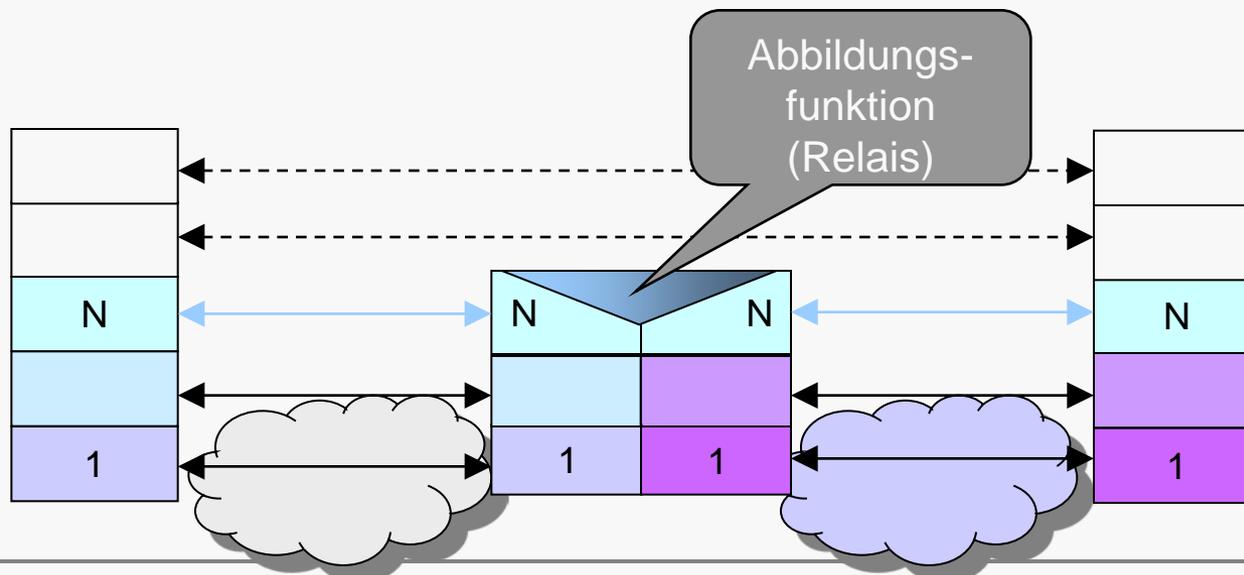
## Prinzip der Zwischensysteme



# Prinzip der Zwischensysteme

## ● Grundprinzip

Zwischensysteme verbinden die Netze in einer Schicht (N). Die Wahl der Schicht (N) hängt vom Typ des Zwischensystems ab. Bis zur Schicht (N) können die Protokolle in den zu koppelnden Netzen verschieden sein, oberhalb der Schicht (N) müssen gleiche Protokolle verwendet werden.



---

# Grundkomponenten von Zwischensystemen

## ● Netzanschlüsse (Ports)

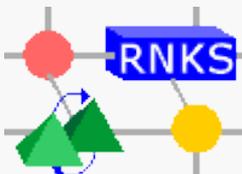
- 2 oder mehr
- Für jeden Netzanschluss muss das Zwischensystem die erforderlichen Protokolle bis zur Schicht (N) bereitstellen.
- Die Unterstützung mehrerer Protokollstacks ist möglich.

## ● Vermittlungskomponente (*Relais*)

- Weiterleitung der Datenpakete zwischen den angeschlossenen Netzen
  - ↳ Abbildung

## ● Managementkomponente

- Überwachung und Steuerung der Abläufe im Zwischensystem
  - ↳ Bestandteil des Netzmanagements



---

# Datenflüsse in Zwischensystemen

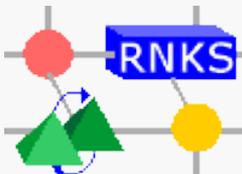
In Zwischensystemen gibt es zwei unterschiedliche Datenflüsse:

- **Datenpfad** (*data plane (auch forwarding plane)*)

- Datenpakete durch das Zwischensystem weitergeleitet werden

- **Signalisierungs- bzw. Steuerpfad** (*control plane*)

- Routing-Protokolle
- Managementprotokolle



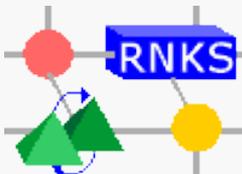
---

## III.9.2

# Arten von Zwischensystemen



Tanenbaum /Wetherall 4.8.4  
Kurose / Ross 4.6



---

# Arten von Zwischensystemen

Es werden vier Arten von Zwischensystemen unterschieden, die durch die Schicht bestimmt werden, in der die Vermittlungsfunktion enthalten ist.

- Repeater
- Brücken
- Router
- Gateways



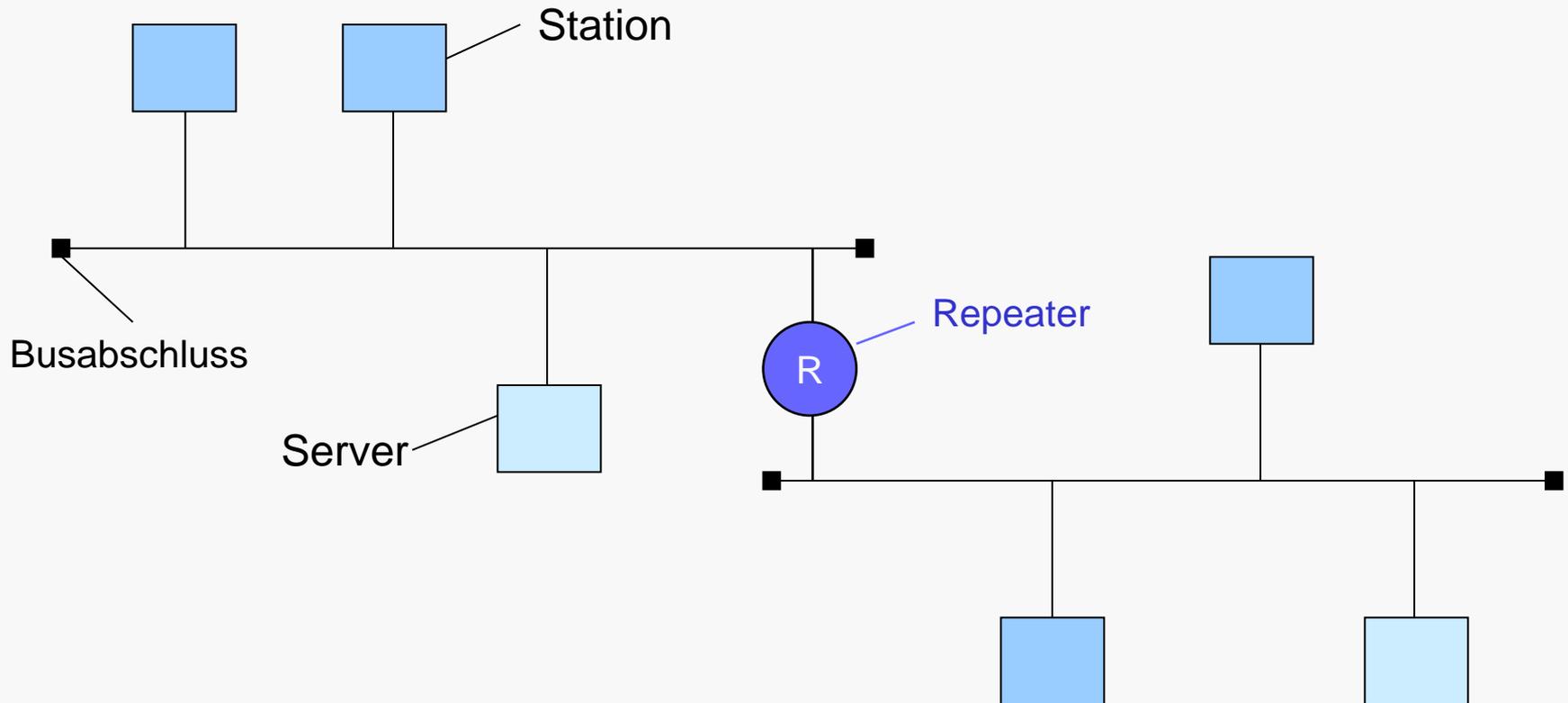
---

# Repeater

- Kopplung auf Ebene 1
- **Sonderfall**
  - kein eigentliches Zwischensystem
- **Aufgabe:** Regeneration digitaler Signale auf langen Übertragungsstrecken
- vorrangiger Einsatz als Zwischensystem im LAN-Bereich
  - Kopplung von LAN-Segmenten
    - ↳ Vergrößerung der LAN-Ausdehnung



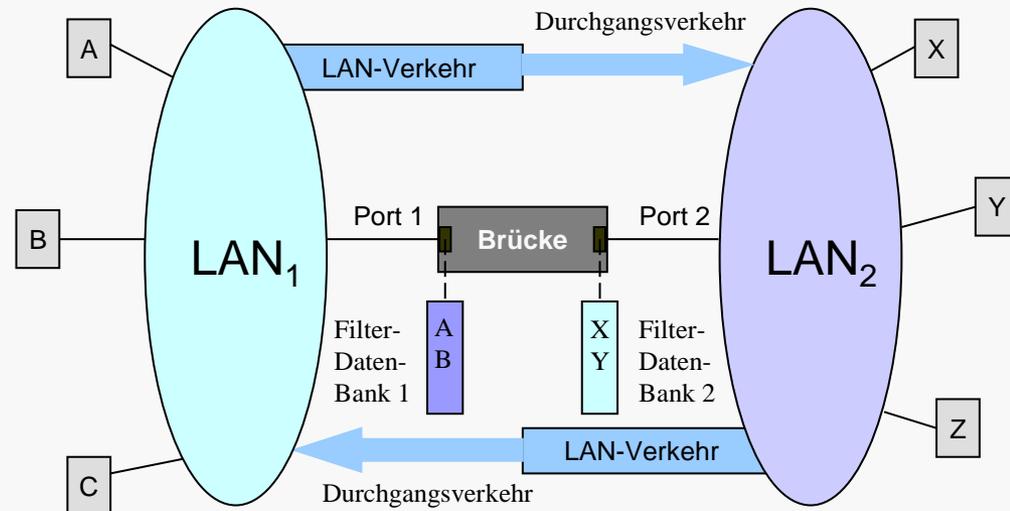
# Kopplung von LAN-Segmenten über Repeater



# Brücken

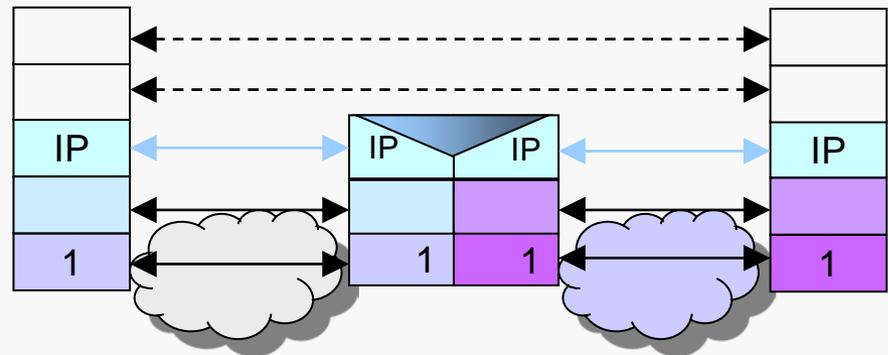
(Bridges)

- Kopplung auf der Ebene 2 (MAC)
- Einsatz: LAN-LAN-Kopplung
- Aufgaben:
  - Filterfunktion
    - ↳ Herausfiltern der Rahmen, die das Netz nicht verlassen dürfen
    - Brücken sind nicht adressierbar !!!
  - Sicherheitsfunktion
    - ↳ eingeschränkt im Vergleich zu Zwischensystemen höherer Ebenen
  - Managementfunktionen



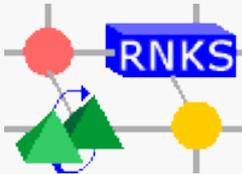
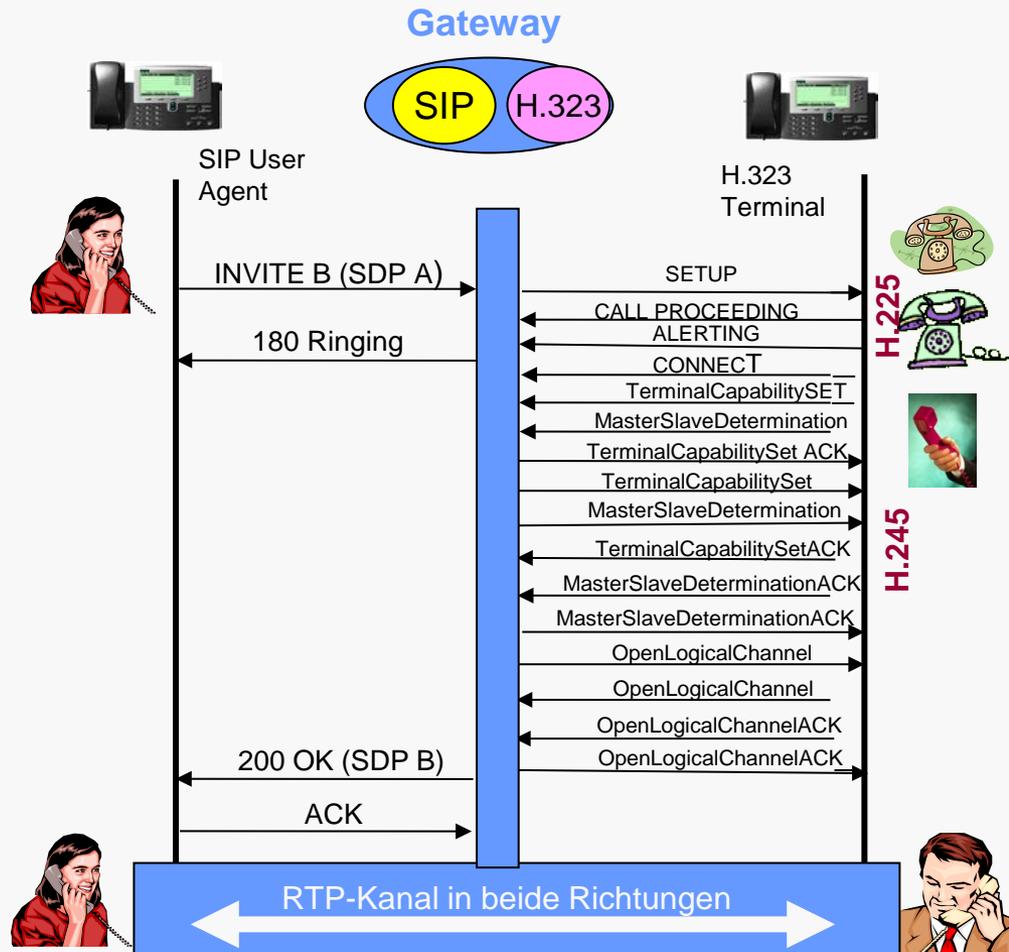
# Router

- Kopplung auf der Ebene 3
- Einsatz: - WAN-WAN-Kopplung  
- LAN-WAN-Kopplung
- Aufgaben:
  - Weiterleitung von Datenpaketen
  - Routing
  - QoS-Management
  - Sicherheitsfunktionen



# Gateways

- Kopplung oberhalb der Ebene 3
  - ↪ jede Schicht möglich
- Spezifische Zwischensystemlösungen
  - Protokolltransformatoren/-konverter
  - Einzelrealisierungen
    - ↪ hoher Realisierungsaufwand
    - ↪ beschränkter Einsatz
  - Einsatz vor allem bei Netzen
    - ↪ mit unterschiedlichen Protokollen in den höheren Schichten
    - ↪ mit starken Geschwindigkeitsunterschieden



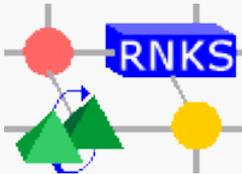
---

# III.9.3

## Switche



Tanenbaum / Wetherall 4.8.4  
Kurose / Ross 4.6



# Switches

**Switches** sind Vermittlungssysteme, die die Pakete/ Frames/Zellen sehr effizient zwischen den Anschlussleitungen vermitteln. Sie sind deutlich schneller als klassische Router. Switches haben sich aus der ATM- und LAN-Technologie entwickelt.

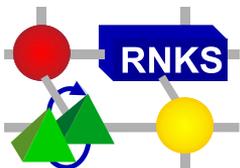
## ● Charakteristische Merkmale:

- hohe Portzahl
- (potentiell) parallele Behandlung verschiedener Verbindungen
- Weiterleitung der Pakete häufig anhand von **Tags**
  - Routing durch Auswertung der Zieladresse

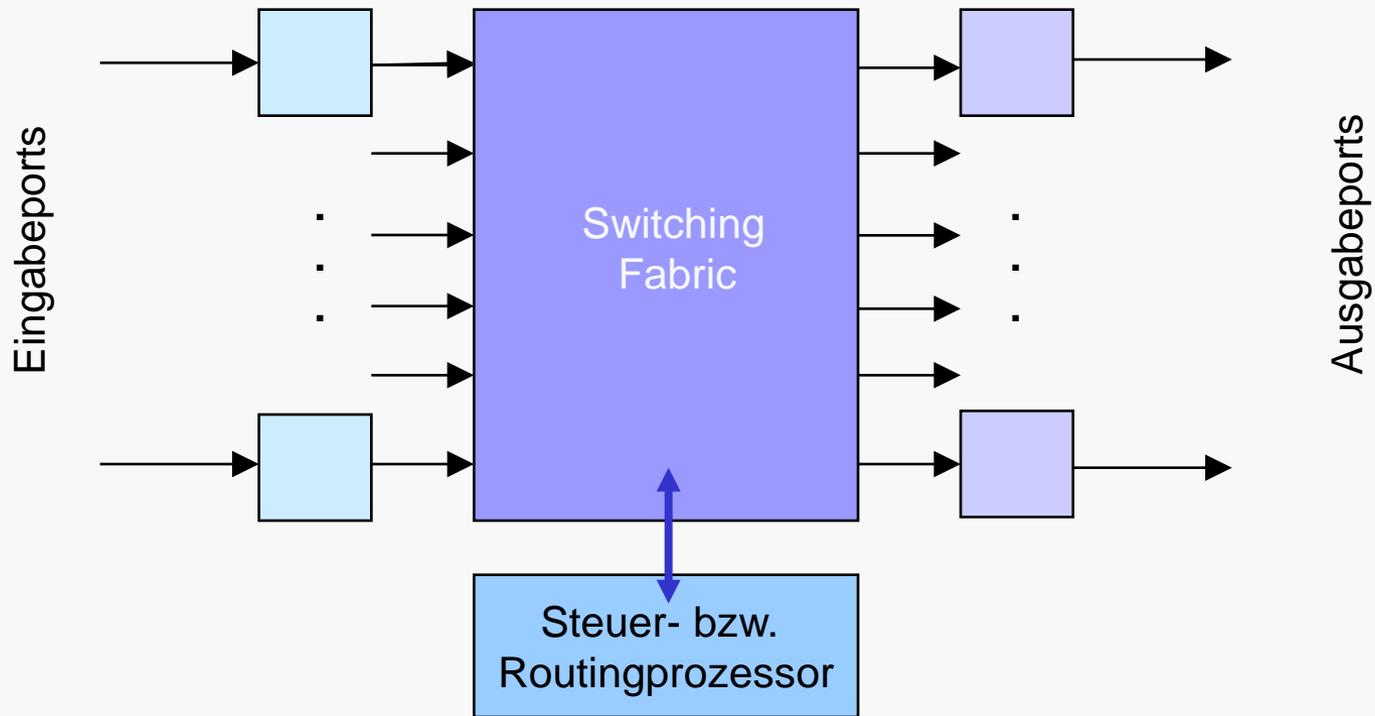


Cisco Nexus 7000 Series

**☞ Die Begriffe Router und Switch werden in der modernen Literatur häufig synonym verwendet !!!**



# Prinzipielle Struktur eines Switches



---

# Switching-Technologien

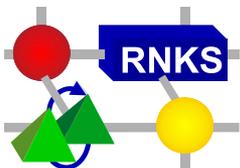
Es ist ein breites Spektrum unterschiedlicher Technologien für Switches entwickelt worden.

## ● Time-Division Switches

- Switch verfügt über eine interne Ressource, die die Pakete sequentiell durchlaufen müssen

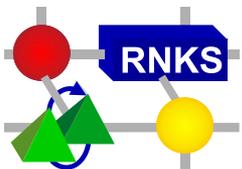
## ● Space-Division Switches

- Pakete durchlaufen auf getrennten Pfaden parallel die Switching Fabric
  - ↳ Räumliches Multiplexen



---

# A) Time-Division Switches



---

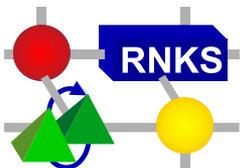
# Time-Division Switches (1)

In **Time-Division Switches** enthält die Switching Fabric eine Ressource, die alle Zellen sequentiell durchlaufen müssen.

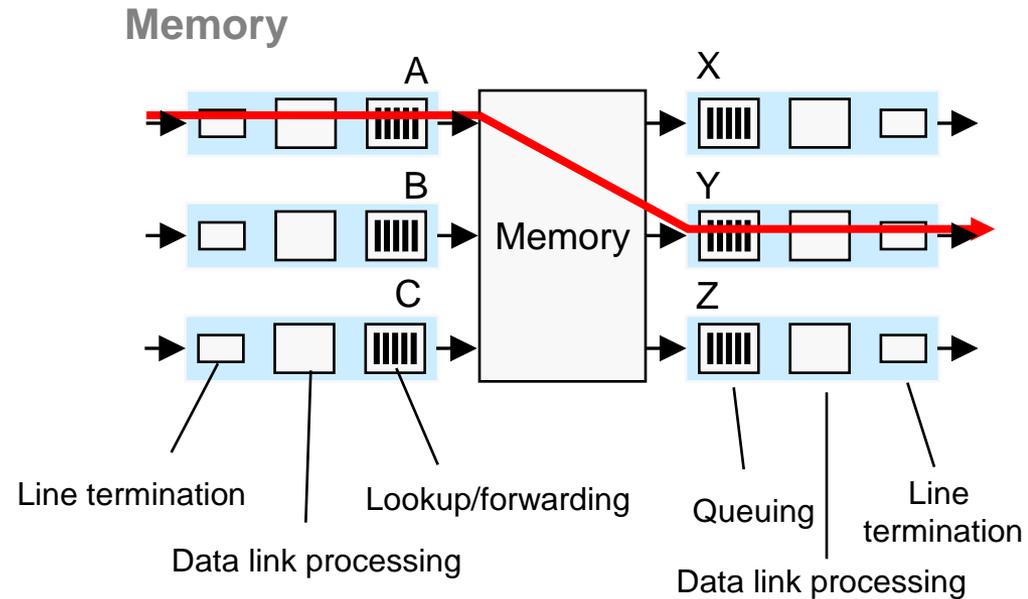
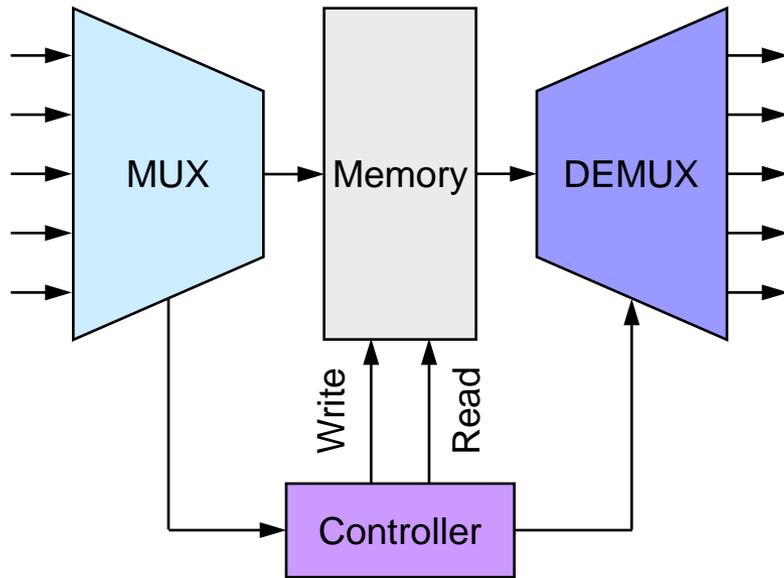
● **Ressource:**

- Shared Memory
- Shared Medium (Bus, Ring)

☞ Gemeinsam genutzte Ressource muss einen Durchsatz haben, welcher der Summe der Geschwindigkeiten der angeschlossenen Eingangsports entspricht !!!



# Shared Memory Switch<sup>1,2</sup>

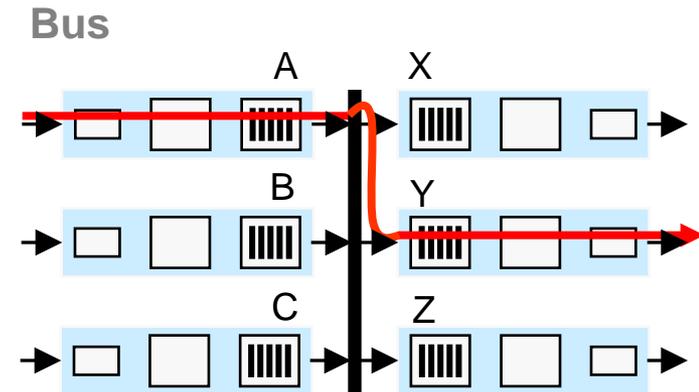
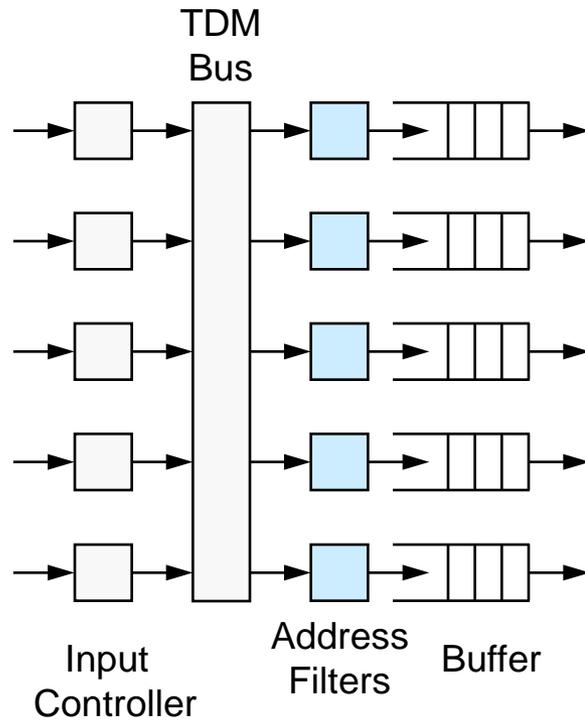


Lookup: Bestimmen des Zielports

1) entnommen: Chimi, E.: High-Speed Networking: Konzepte, Technologien, Standards. Carl Hanser Verlag, 1998.

2) Source: Kurose, J. F.; Ross, K. W.: Computer Networking (4th Ed.). Pearson Education, 2008.

# Shared Medium Switch<sup>1,2</sup>

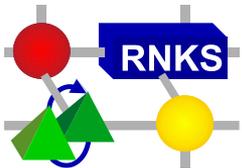


1) entnommen: Chimi, E.: High-Speed Networking: Konzepte, Technologien, Standards. Carl Hanser Verlag, 1998.

2) Source: Kurose, J. F.; Ross, K. W.: Computer Networking (4th ed.). Pearson Education, 2008.

---

## B) Space-Division Switches

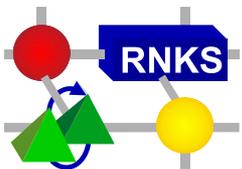


---

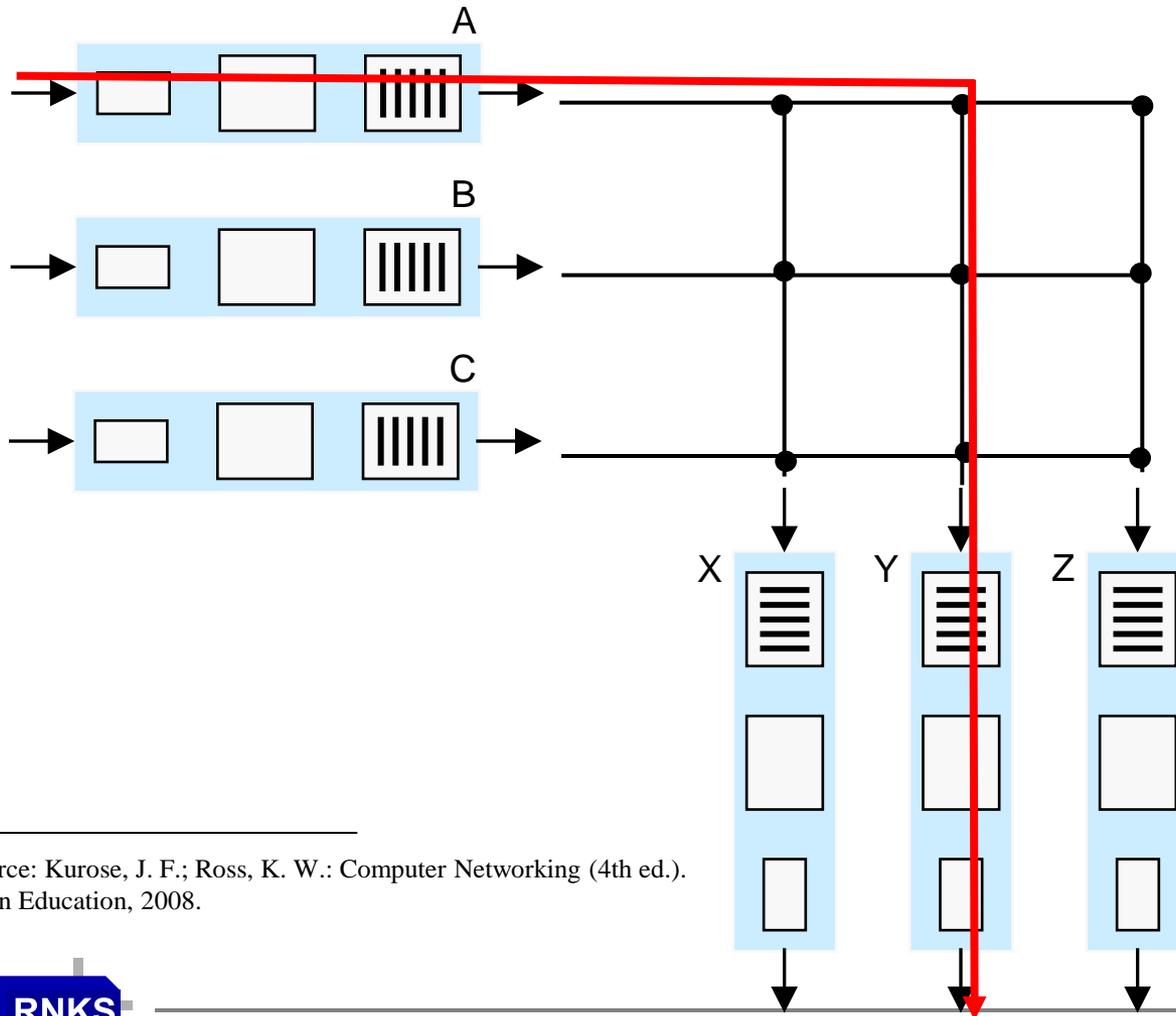
# Space-Division Switches

In **Space-Division Switches** können mehrere Pfade parallel und unabhängig voneinander hergestellt werden.

- Internes Routing erforderlich, um Zellen zum Ausgangsport zu leiten
  - Self-Routing
  - Label- bzw. Tag-Routing (Switching-Tabellen)
- **Switching Elemente**
  - Grundelemente, aus denen der Switch aufgebaut ist
  - Switches unterscheiden sich durch die Strukturen, die sie mit den Switching-Elementen bilden

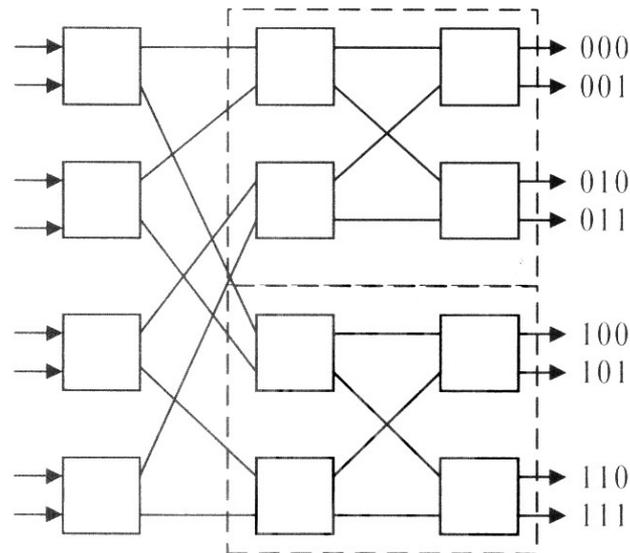


# Crossbar Switch<sup>1</sup>

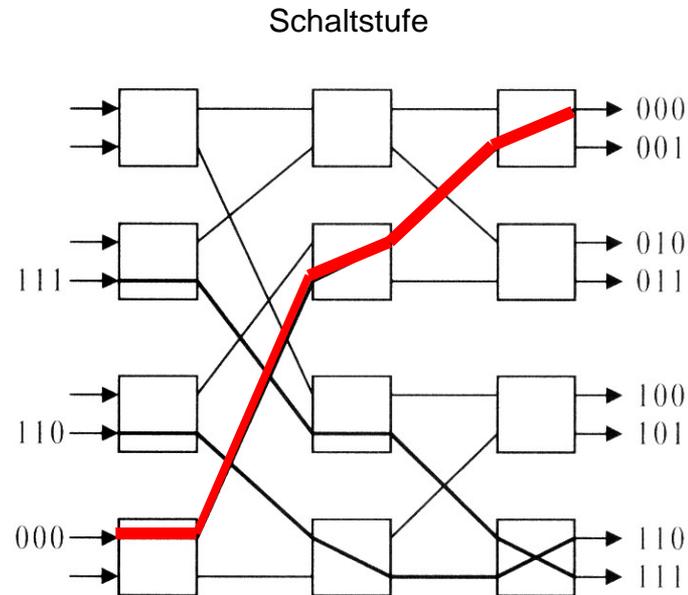


1) Source: Kurose, J. F.; Ross, K. W.: Computer Networking (4th ed.). Pearson Education, 2008.

# 8 x 8-Banyan-Switch<sup>1</sup>



(a) Banyan-Switch



(b) Pfade durch den Banyan-Switch

1. entnommen: Chimi, E.: High-Speed Networking: Konzepte, Technologien, Standards. Carl Hanser Verlag, 1998.

---

# Space-Division Switches

## ● Vorteile:

- Paralleles Schalten mehrerer Pfade
- Hoher Datendurchsatz
- theoretisch unbegrenzt skalierbar

## ● Nachteile:

- komplexere Technologie
- Multicast schwieriger zu realisieren

