

Embedded Systems 2

DRAFT – Abschnitt 4

Prof. Dr. Volkhard Klinger

Verbindung von Netzwerken

- Repeater: physical layer, Koppelkomponente in einem Netz
- Bridge: data link layer
- Switch: data link layer
- Router: network layer
- Gateway: network layer and above

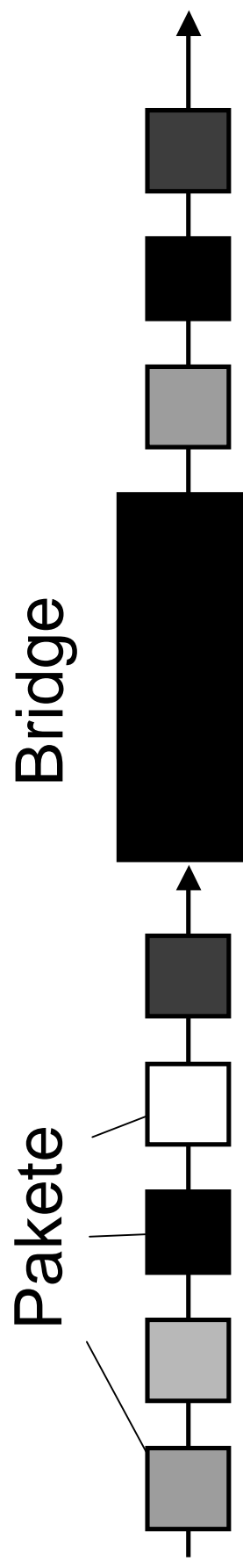
Repeater

- Kopiert Bits von einem Netzwerk zu einem anderen Netzwerk
- Keine Interpretation der Bits
- Erlaubt die Erweiterung von Netzwerken durch physikalische "Signalauffrischung"
- Charakteristik
 - Transparente Übertragung (auch Kollisionen werden übertragen)

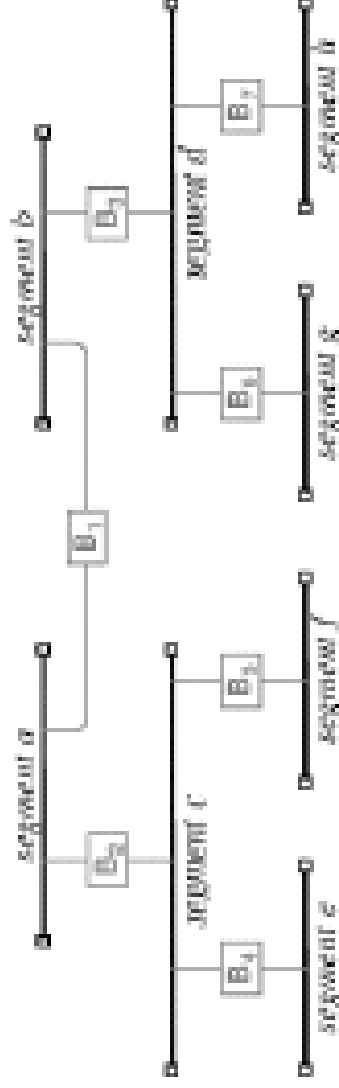


Bridge

- Kopiert Frames von einem Netzwerk zu einem anderen Netzwerk
- Analyse de OSI-Schicht 2 (DataLinkLayer): Selektives Kopieren
- Netzwerkerweiterung

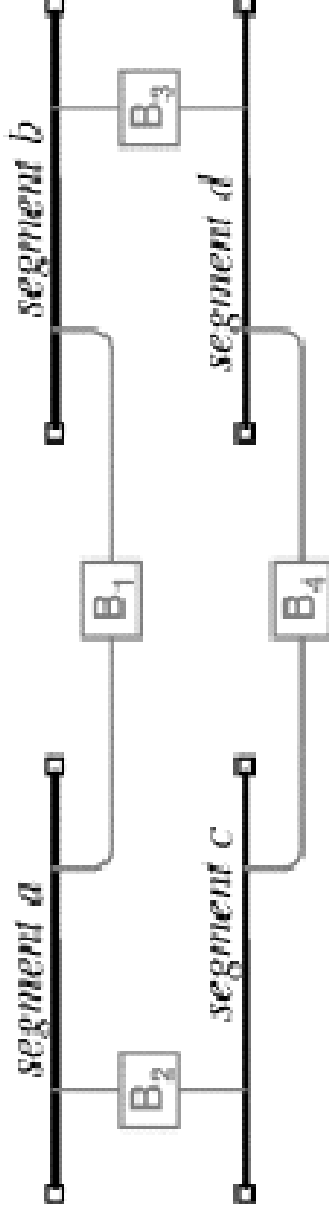


Tafelbild: Bridge

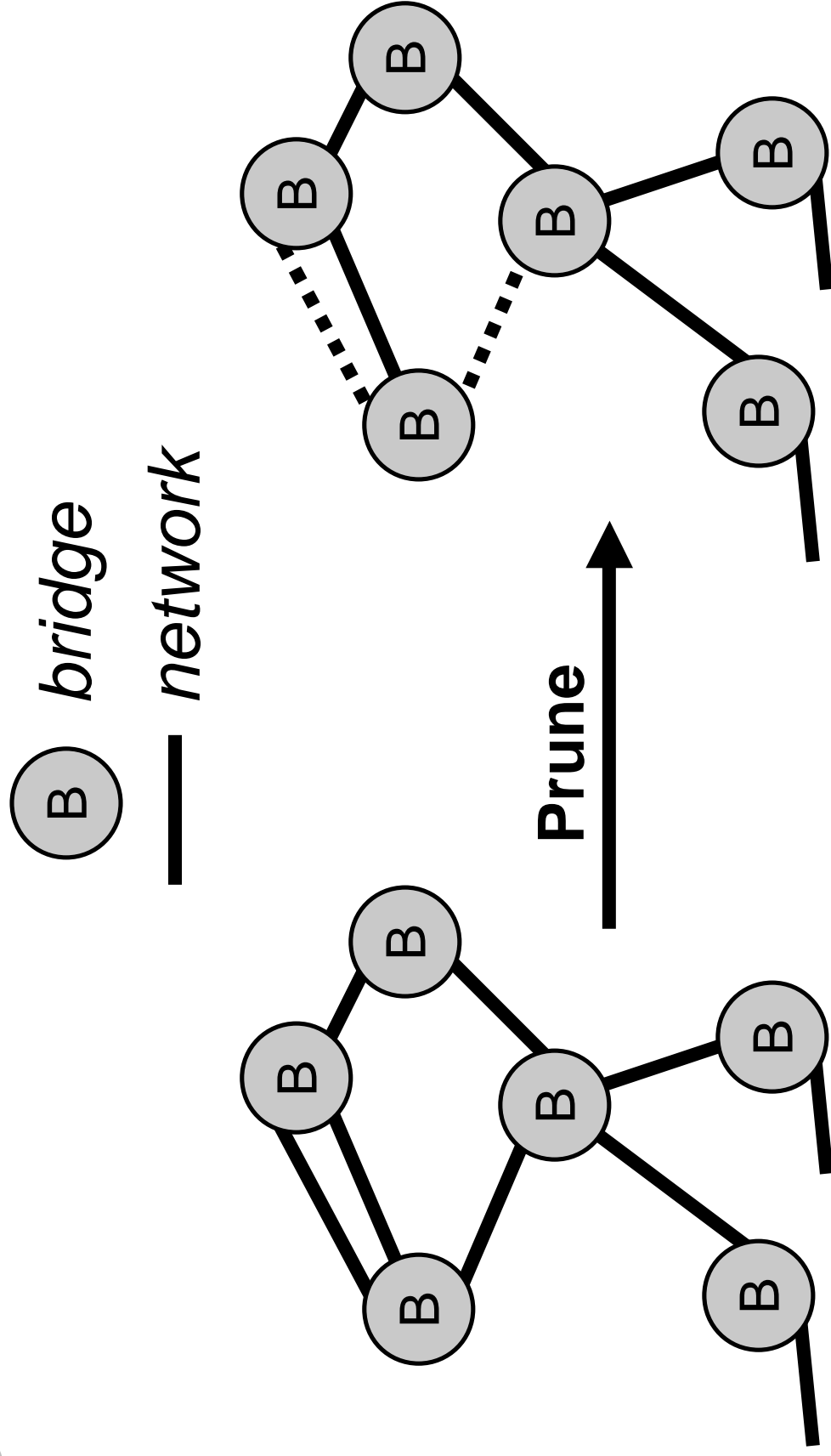


Bridge: Probleme

- Broadcast: Schleifenbildung verursacht Rahmenvervielfältigung
- Abhilfe: Spanning Tree Algorithmus



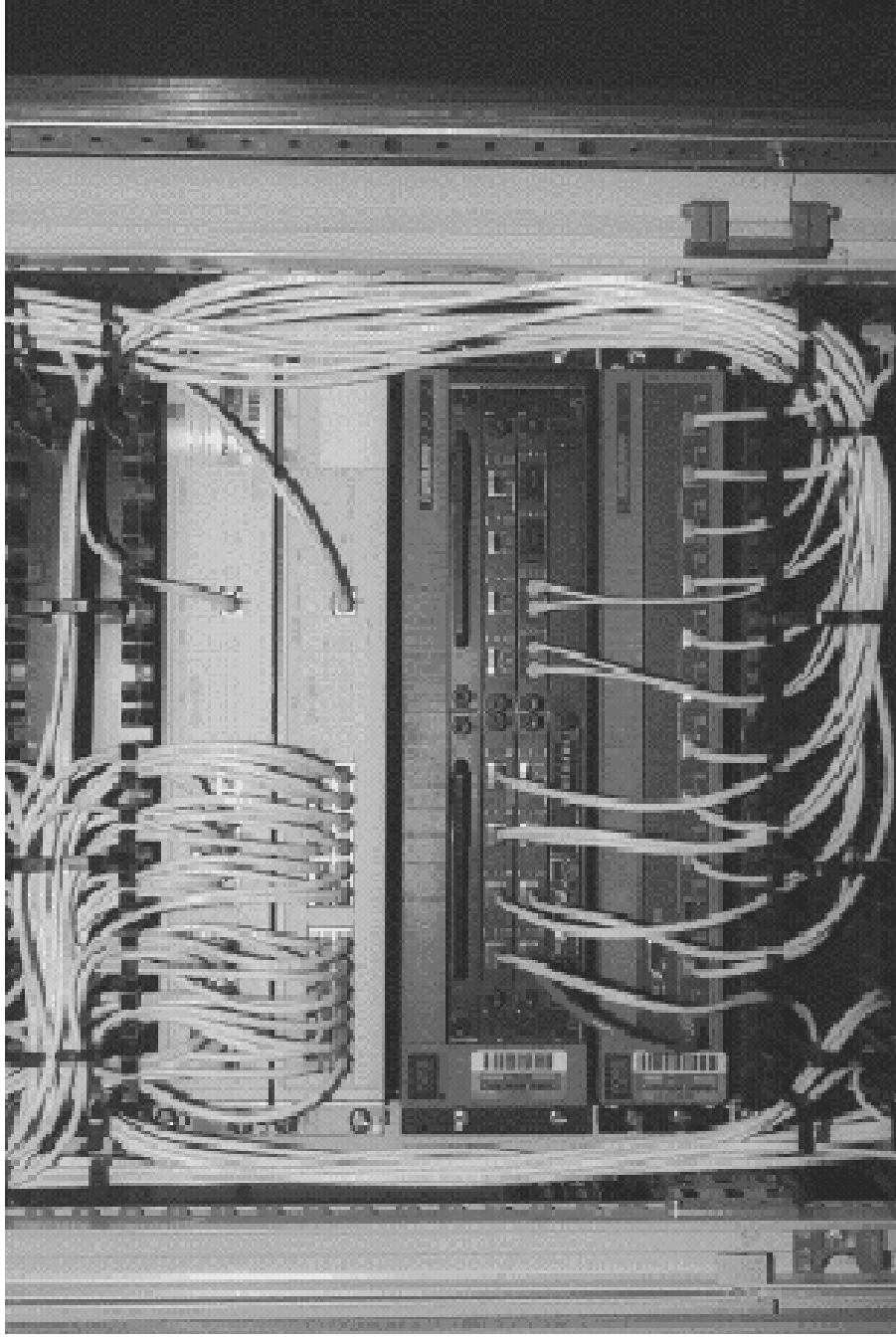
Bridge: Probleme



Switches (Multiport-Bridge)

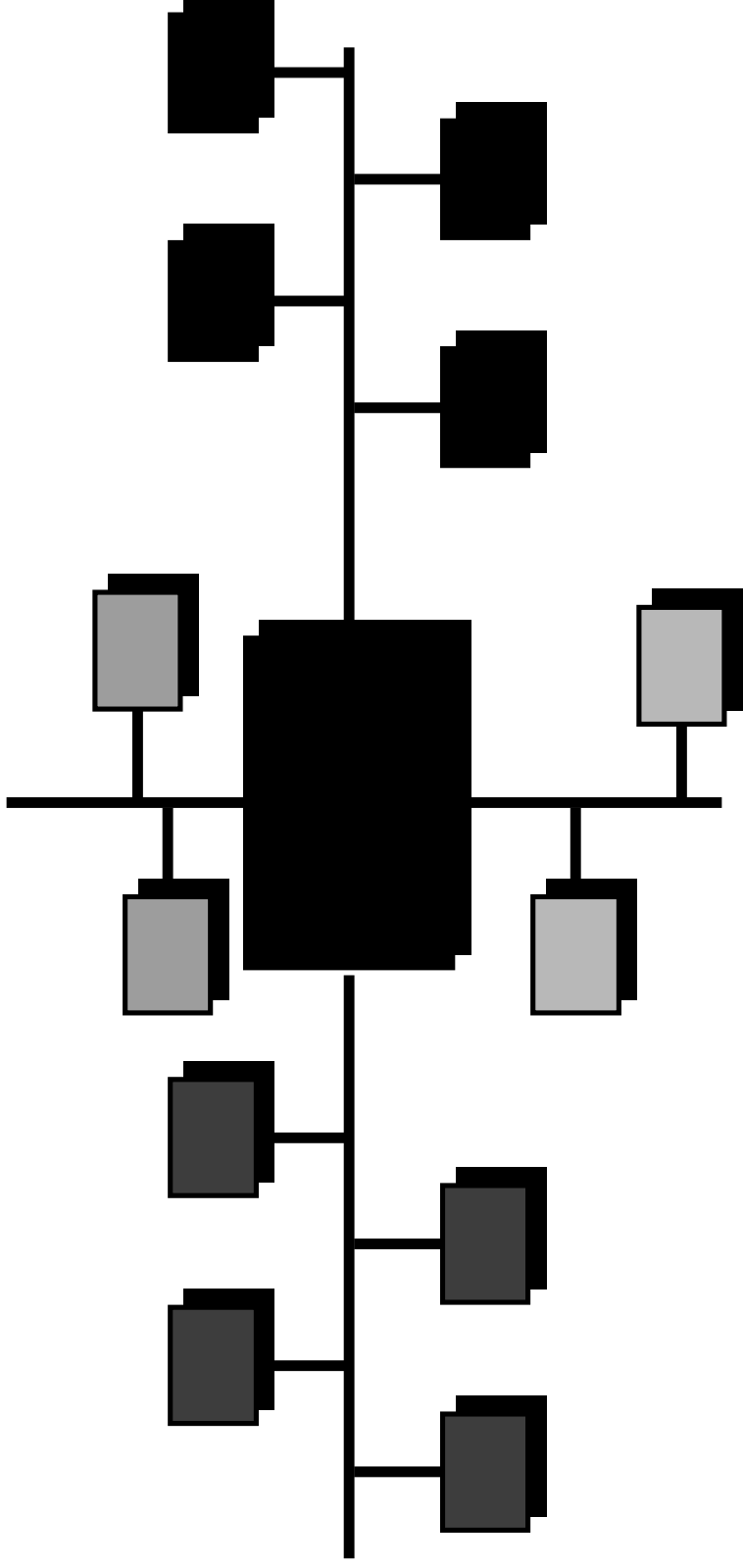
- Können mehr als 2 Segmente an einer Bridge angeschlossen werden, spricht man auch von Switches
- Switches verbinden in erster Linie Segmente mit leistungsfähigen Backbone-Netzen zur Verfügung
 - Die Ethernet-Busstruktur wird in eine Bus-/Sternstruktur aufgeteilt
 - Busstrukturen werden sternförmig über je einen Port des Switch gekoppelt
 - Zwischen den Ports können Pakete mit maximaler Ethernet-Geschwindigkeit übertragen
 - ♦ Konfiguration für eine optimale Lastverteilung
 - Gleichzeitig Übertragung zwischen unterschiedlichen Segmenten gleichzeitig durchzuführen
 - ♦ Erhöhung der Bandbreite

Switches (Multiport-Bridge)

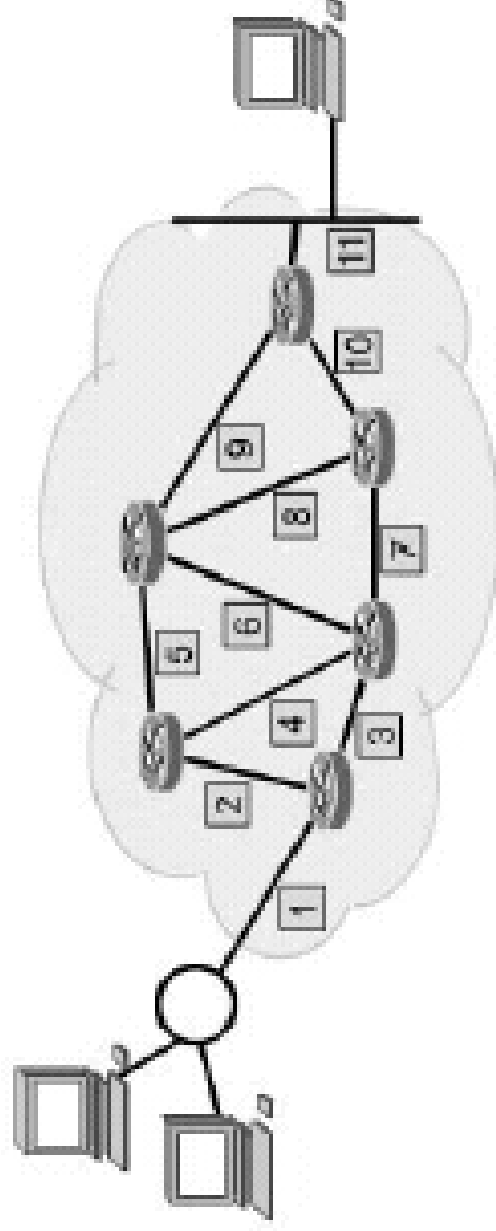


Router

- Kopiert Pakete von einem zu einem anderen Netzwerk
- Entscheidet über das Routing (OSI-Schicht 3 wird analysiert)
- Wichtig: Broadcasts gehen nicht über Router hinweg

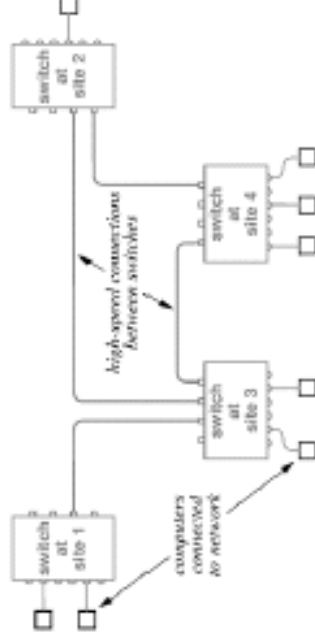


Router



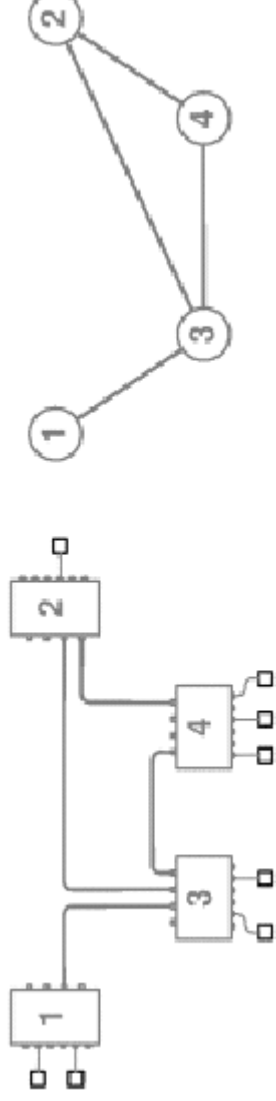
Router

- Store-and-Forward Switching



Router

- Ziel des Routing
 - Universelles Routing
 - Optimales Routing
- Lösung mittels Berechnung einer Routing-Tabelle
 - Berechnung via
 - ♦ Statischem Routing
 - ♦ Dynamischem Routing
 - ♦ Verteiletem Routing



Routing

- eindimensional — Entscheidung hängt nur vom Zielknoten ab
- zweidimensional — Entscheidung hängt vom Sende- und Zielknoten ab
 - Innere Knoten des Netzes müssen ankommende Nachrichten empfangen, prüfen, speichern und weiterleiten (routen): **Store-and-Forward-Netz**
- „**optimale**“ **Wegwahl ist prinzipiell nicht möglich, da** keine vollständige Information über das Netz in den einzelnen Knoten vorliegt

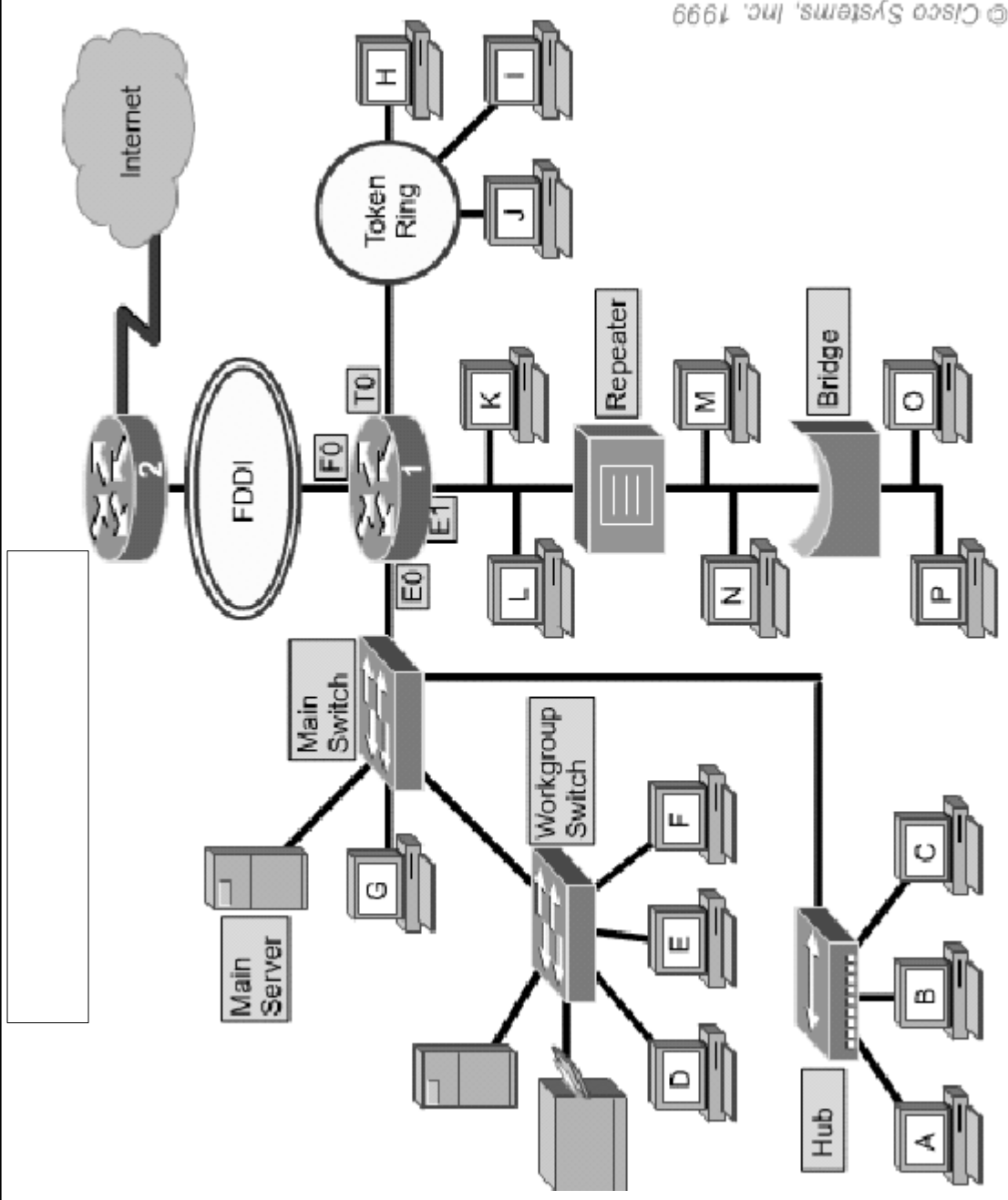
Routing-Algorithmen

- **Source-Routing:**
 - Route wird vom Sender vorgegeben
- **Internes Routing:**
 - Routingentscheidung durch Zwischenknoten
 - starre Tabellen in den Routern, keine Reaktion auf Änderungen im Netz
- **„Hot Potato“**
 - Benutzt die am wenigsten belastete Ausgangsleitung zum Versenden
- **Flooding („Überflutung“)**
 - Ein Knoten gibt ein Paket über alle Links aus, jedoch nicht über den ankommenden Link
 - ♦ Hohe Zuverlässigkeit (bei Ausfall einzelner Knoten)
 - ♦ Sinnvoll für militärische Anwendungen (Robustheit)
 - ♦ Große Anzahl von kopierten Datenpaketen
 - ♦ Verwendbar als Referenz für die Güte von Routing-Algorithmen (Verzögerung)

Effiziente Routing-Algorithmen

- Um die Routing-Tabellen aufzubauen (und “upzudaten”), tauschen Router Informationen aus. Dazu existieren zwei weitverbreitete Verfahren:
 - **a) Distance Vector Routing (DVR)**
 - ♦ Router merken sich ihre Distanz (z.B. Anzahl Hops) zu allen anderen Zielen, tauschen diese Information (bei Änderung) mit ihren Nachbarn in der Form von Distanz-Vektoren aus
 - ♦ Router berechnen aus dem Vektor eines Routers R die Distanz via R zu den im Vektor gegebenen Zielen, “updaten” ihre Routing-Tabelle (falls der Wert der alten Route sich verändert hat oder eine neue Route besser ist).
 - ♦ Bekanntes Protokoll: *Routing Information Protocol (RIP)*
 - **b) Link State Routing (LSR)**
 - ♦ Router kennen alle ihre direkten Nachbarn und die Entfernung zu diesen
 - ♦ Router tauschen diese Information global in Link State Paketen aus, und sie kennen damit die globale Topologie des Netzes
 - ♦ Router berechnen den günstigsten Weg zu jedem Ziel anhand der Topologie.
 - ♦ Bekanntes Protokoll: *Open Shortest Path First (OSPF)*

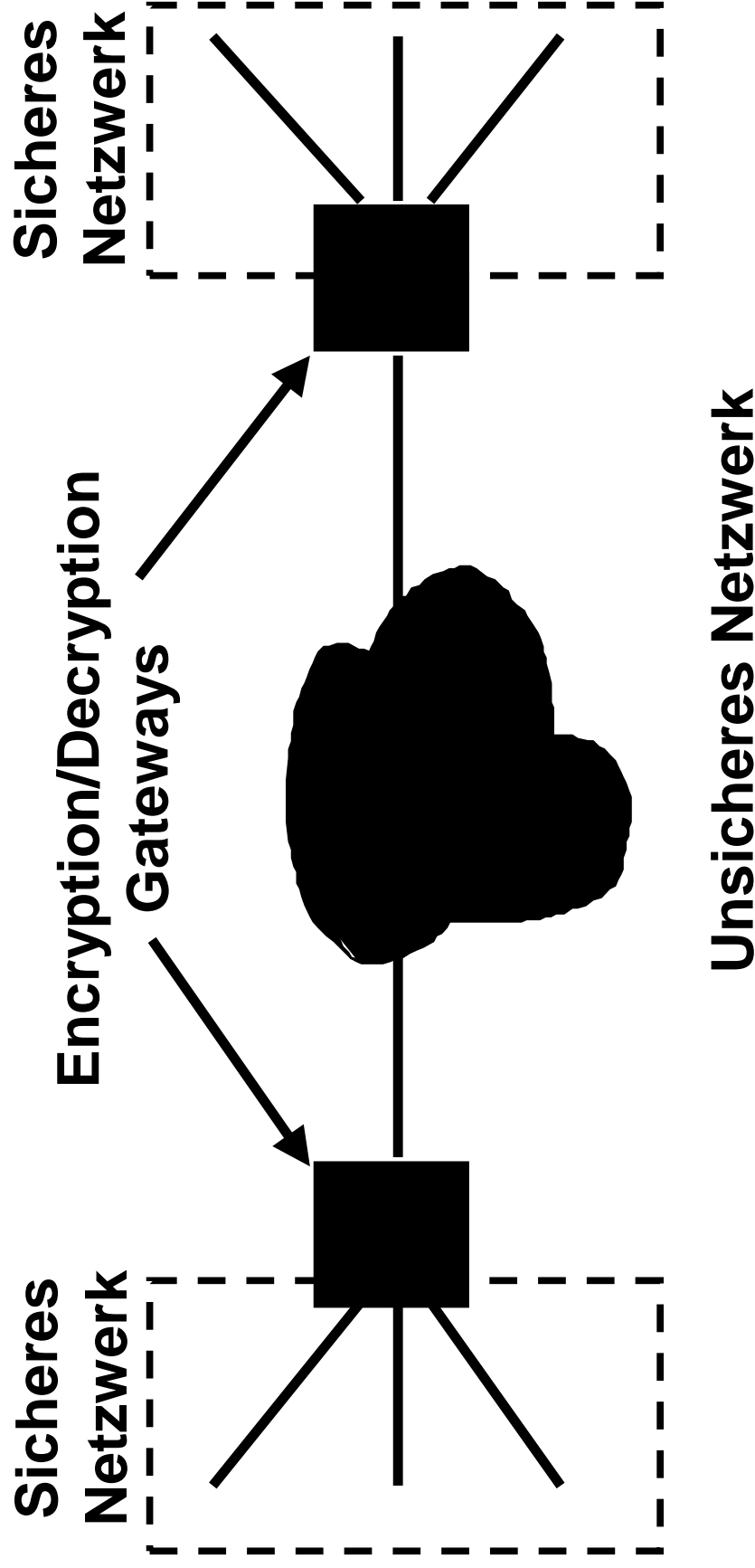
Komplexes Netzwerk auf Basis von aktiven Netzkomponenten



© Cisco Systems, Inc. 1999

- Gleiche Funktionalität wie ein Router mit zusätzlicher transformatorischer Aufgabe
 - Datenkonversion oberhalb der OSI-Schicht 3
 - ♦ Kapselung
 - ♦ Übersetzung
 - Verbindung unterschiedlicher Applikationsprotokolle
 - ♦ En-/ Decryption
 - Daten Ver- und Entschlüsselung
 - Transformation von applikationsbezogenen Daten wird in der OSI-Schicht 6 ausgeführt
 - Codierung der Kontroll-Bits:
 - ♦ Netzwerk Byte Ordering wird verwendet
 - Einheitliche Darstellung der wichtigen Kontrollinformationen

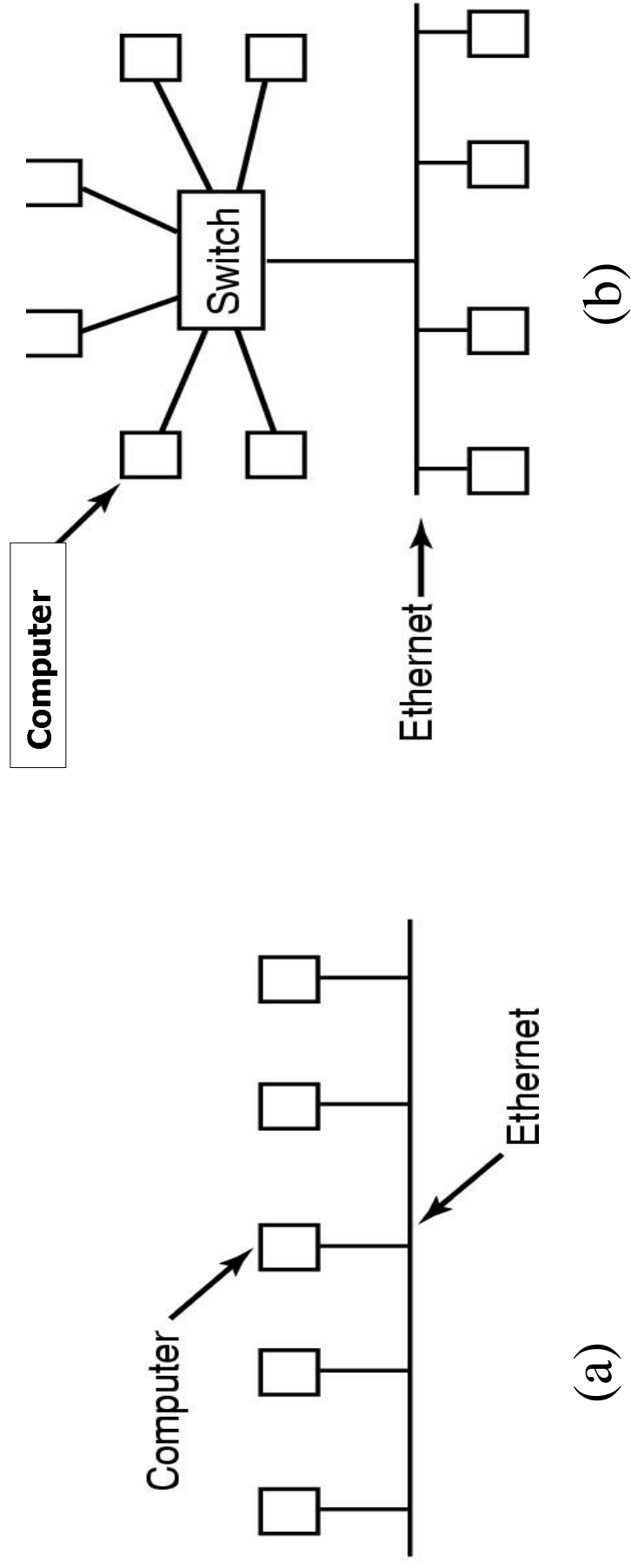
Encryption gateway



Realisierung von Netzwerkkomponenten

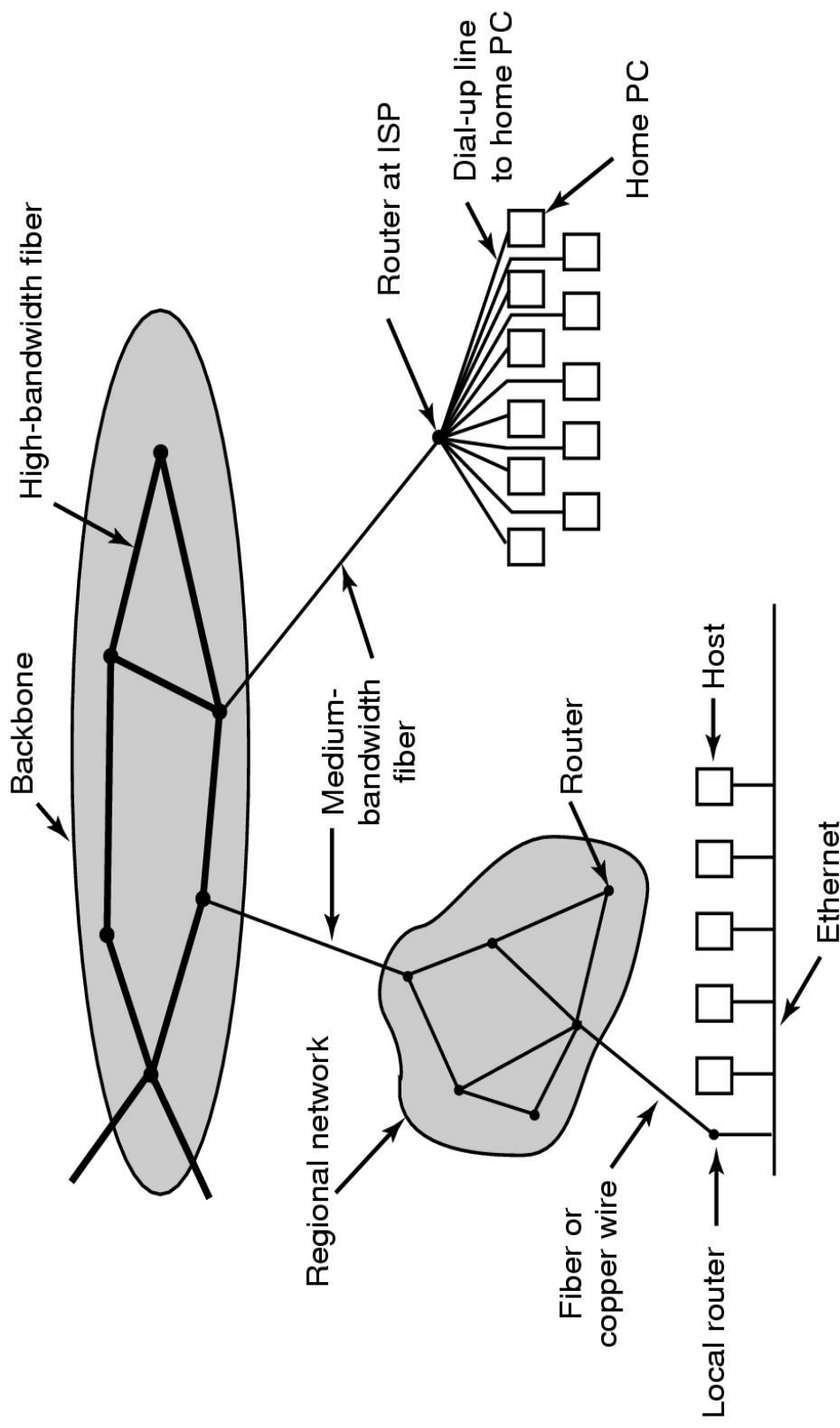
- Repeater
 - Hardware Baugruppe
- Bridge
 - Kann in HW oder in SW realisiert werden
- Routers & Gateways
 - Meist in SW realisiert
 - ♦ Konfiguration
 - ♦ Erweiterbarkeit
- Verfügbare Rechnerhardware kann als Router oder Gateway eingesetzt werden

Netzwerk mit aktiven Komponenten 1



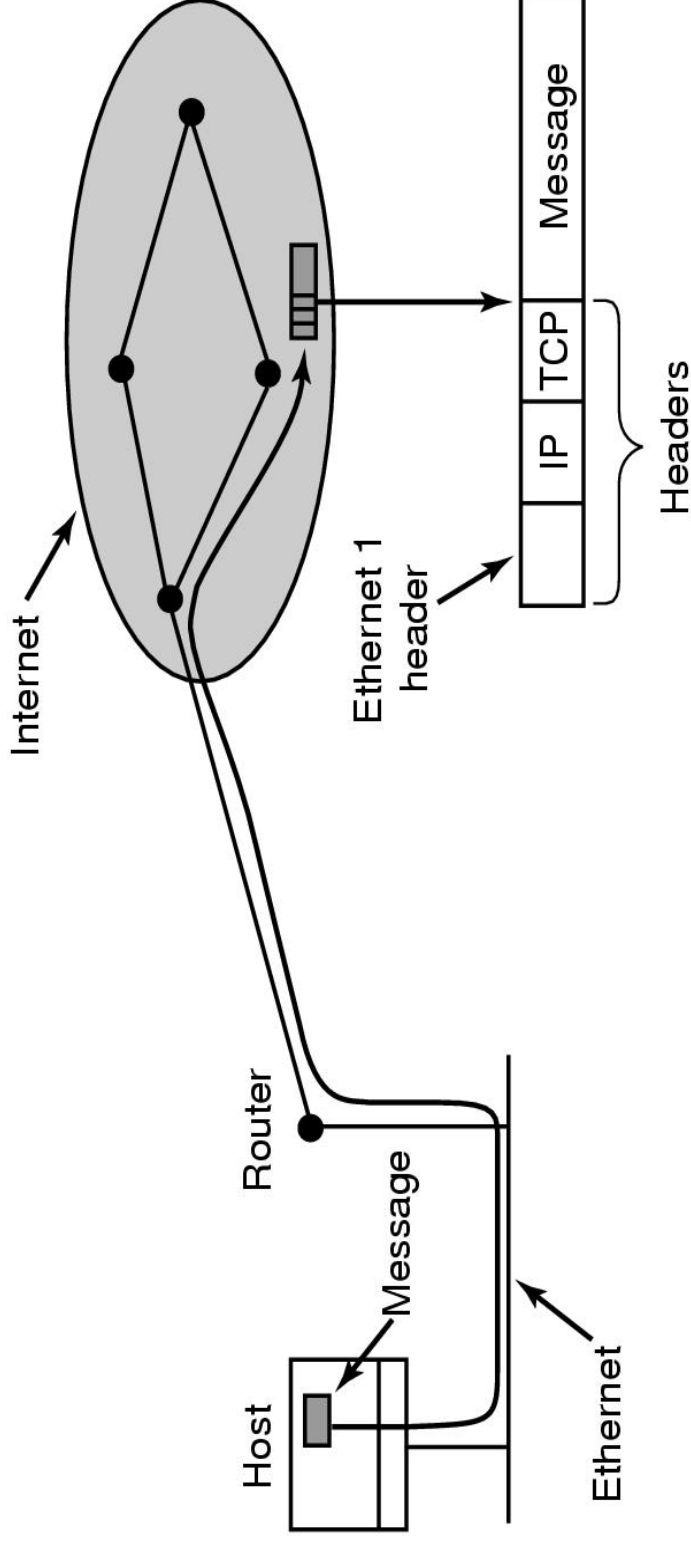
- Ethernet
 - (a) classic Ethernet
 - (b) switched Ethernet

Netzwerk mit aktiven Komponenten 2



Internet

Netzwerk mit aktiven Komponenten 3



- Internet Protocol
- Transmission Control Protocol
- Interaction of protocols