



Rechnernetze I

SoSe 2020

Roland Wismüller
Universität Siegen
roland.wismueller@uni-siegen.de
Tel.: 0271/740-4050, Büro: H-B 8404

Stand: 12. März 2020



Rechnernetze I

SoSe 2020

1 Einführung



Inhalt

- ➔ Motivation
- ➔ Verbindungsstrukturen
- ➔ Anforderungen an Netze
- ➔ Leistungsparameter

➔ Peterson, Kap. 1.2

➔ CCNA, Kap. 1

1.1 Motivation



The Network is the Computer

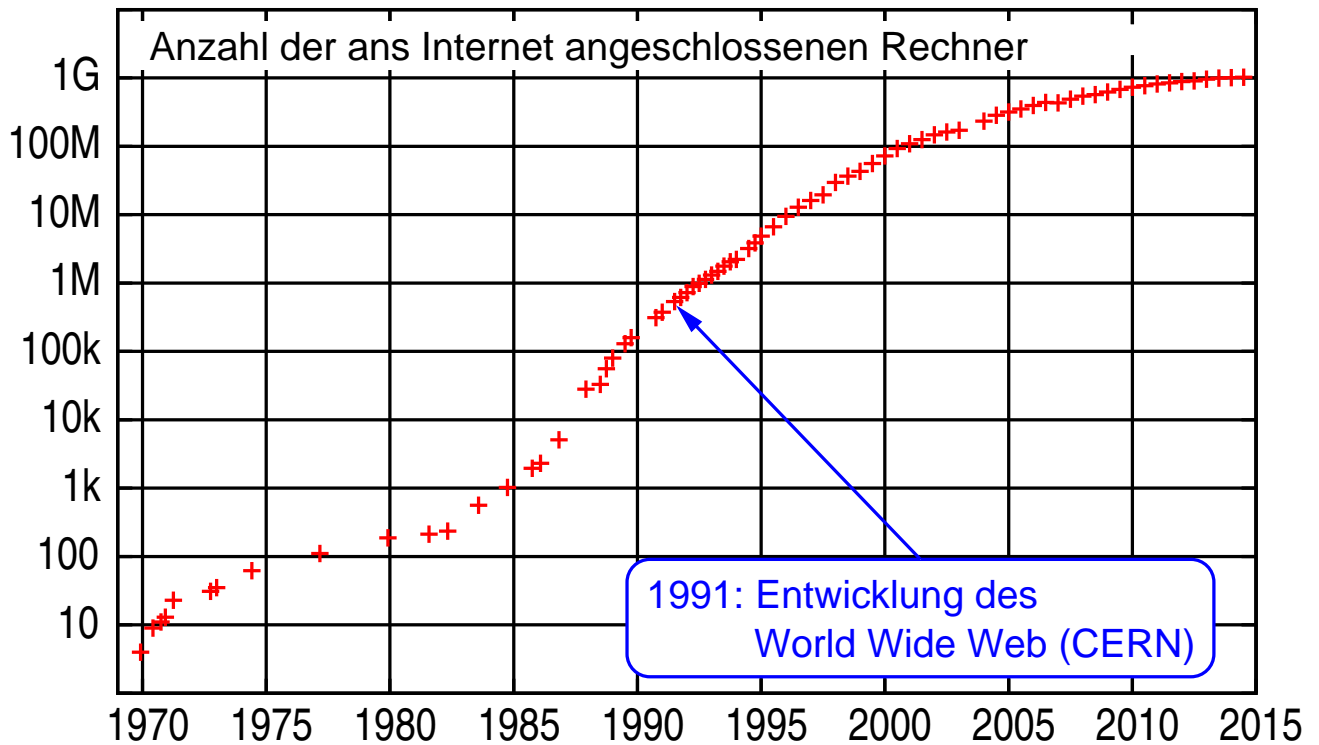
- ➔ Vernetzungsaspekt wird zunehmend wichtiger als lokale Datenverarbeitung
- ➔ Boom im Bereich der Vernetzung / Netzwerktechnik
 - ➔ ausgelöst durch WWW / Internet

1.1 Motivation ...



(Animierte Folie)

Entwicklung des Internet



1.2 Strukturen von Rechnernetzen

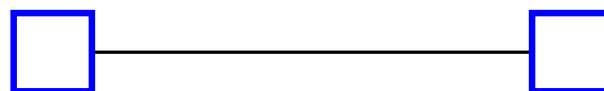


Grundelemente eines Rechnernetzes

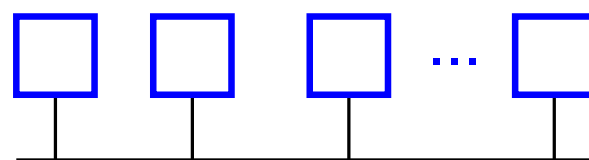
- ➔ **Knoten:** Endgeräte (Rechner, Host), Vermittlungsknoten (Switch, Router, ...)
- ➔ **Verbindungen** („Leitung“): Kabel, Glasfaser, Funk, ...

Verbindungsstrukturen

- ➔ **Punkt-zu-Punkt Verbindung:**



- ➔ **Mehrfachzugriffsverbindung (Bus):**

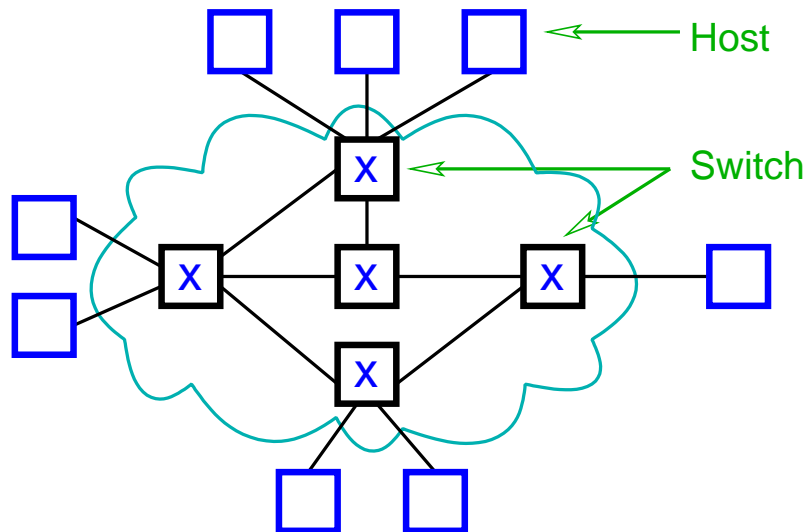




Verbindungsstrukturen ...

➔ Vermitteltes Netzwerk

- ➔ Punkt-zu-Punkt Verbindungen mit Vermittlungsknoten (Switch)



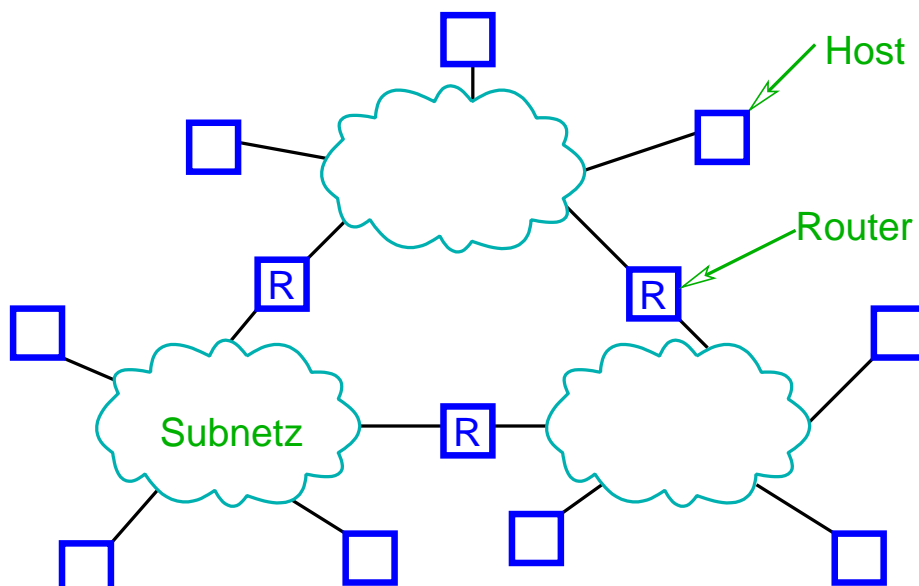
1.2 Strukturen von Rechnernetzen ...



Verbindungsstrukturen ...

➔ Zusammenschluß mehrere Netze (Internetwork)

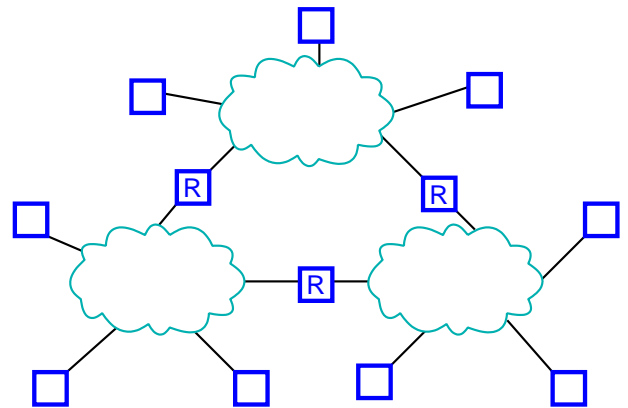
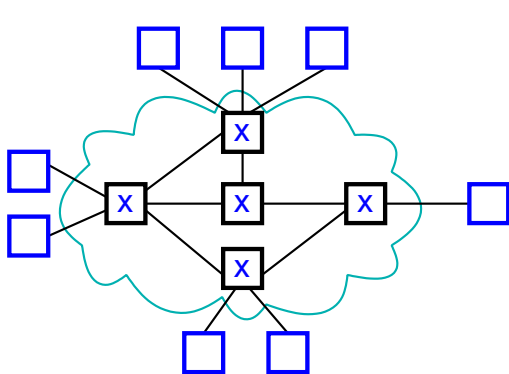
- ➔ Kopplung mehrerer Subnetze durch Knoten (Router)



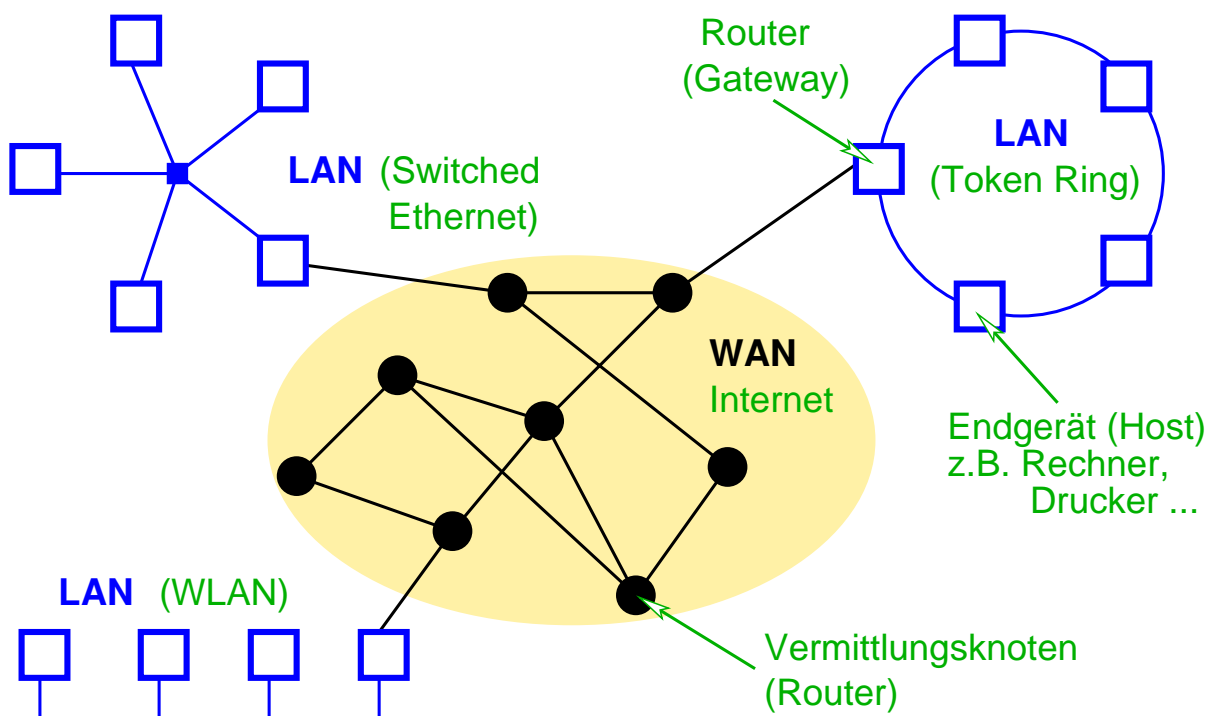


Allgemeine Struktur eines Netzwerks

- ➔ Ein Netzwerk besteht aus
 - ➔ mehreren Knoten, verbunden durch eine Leitungoder
 - ➔ mehreren Netzwerken, verbunden durch ein oder mehrere Knoten



Beispiel für ein Netzwerk





Klassifikation nach geographischer Ausdehnung

- ➔ **SAN:** *System Area Network*
 - ➔ Hochgeschwindigkeitsnetz, innerhalb eines Raums
- ➔ **LAN:** *Local Area Network*
 - ➔ ≤ 1 km, innerhalb eines Gebäudekomplexes, z.B. Ethernet
- ➔ **MAN:** *Metropolitan Area Network*
 - ➔ ≤ 10 km, innerhalb einer Stadt
- ➔ **WAN:** *Wide Area Network*
 - ➔ länder-bzw. weltumspannend, z.B. Internet
- ➔ Einsatz jeweils unterschiedlicher Technologien



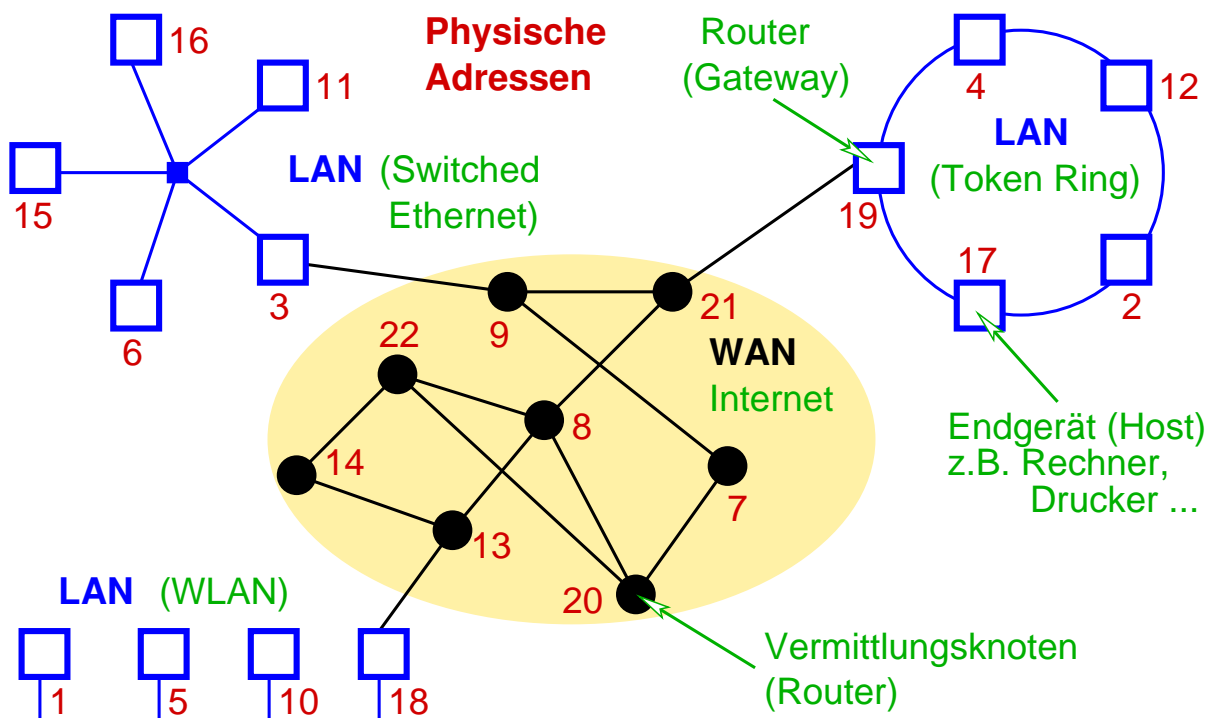
Wichtige Begriffe / Aufgaben

- ➔ **Adressierung**
 - ➔ physische Adresse: identifiziert Host weltweit eindeutig, keine Information über das Netz des Hosts
 - ➔ logische Adresse: identifiziert Netz und Host in diesem Netz
 - ➔ Verwendung numerischer Adressen
- ➔ Anzahl der Empfänger
 - ➔ **Unicast:** genau einer
 - ➔ **Broadcast:** alle
 - ➔ **Multicast:** mehrere bestimmte
- ➔ **Routing / Forwarding (Vermittlung / Weiterleitung)**
 - ➔ Weiterleitung der Daten zum Empfänger durch Zwischenknoten

1.2 Strukturen von Rechnernetzen ...



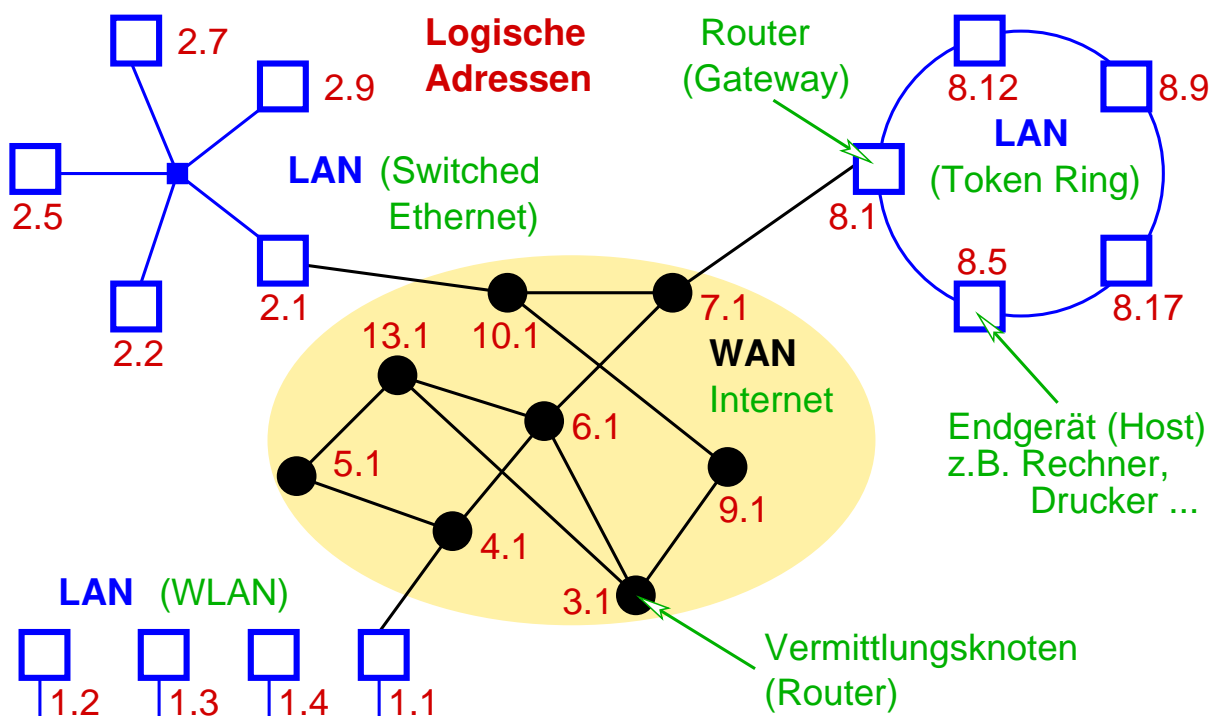
Beispiel für ein Netzwerk



1.2 Strukturen von Rechnernetzen ...



Beispiel für ein Netzwerk





➔ Leitungsvermittlung (*circuit switching*)

- ➔ für die Kommunikationspartner wird eine dedizierte Verbindung hergestellt

➔ Speichervermittlung (*store and forward routing*)

- ➔ Daten werden von einer Vermittlungsstelle zur nächsten weitergegeben und vollständig gepuffert

➔ Paketvermittlung (*packet switching*)

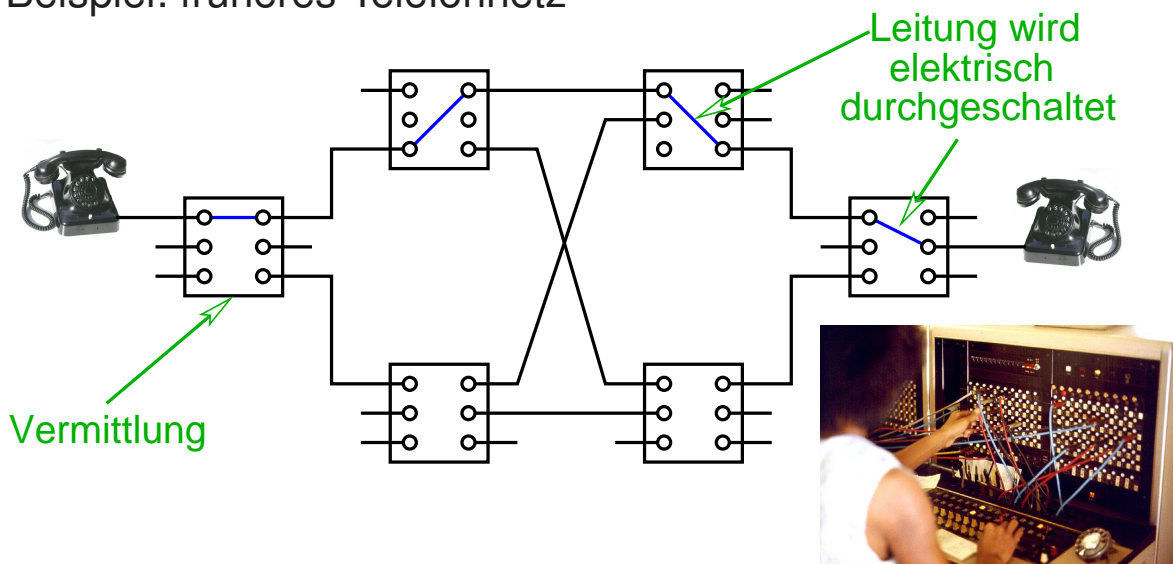
- ➔ Daten werden in Pakete zerteilt, Pakete werden unabhängig voneinander befördert
- ➔ typisch für Rechnernetze
- ➔ Varianten: Datagrammvermittlung, virtuelle Leitungsvermittlung (☞ 4.1)

1.3 Vermittlungsarten ...



Leitungsvermittlung

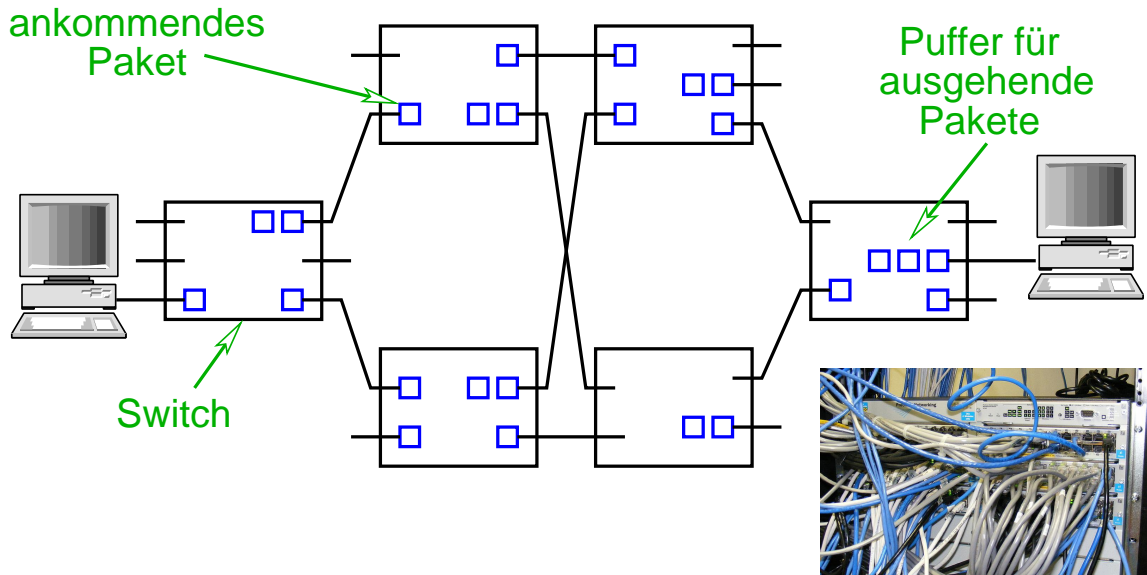
- ➔ Kommunikationspartner sind durch die geschaltete Leitung verbunden
- ➔ Beispiel: früheres Telefonnetz





Paketvermittlung

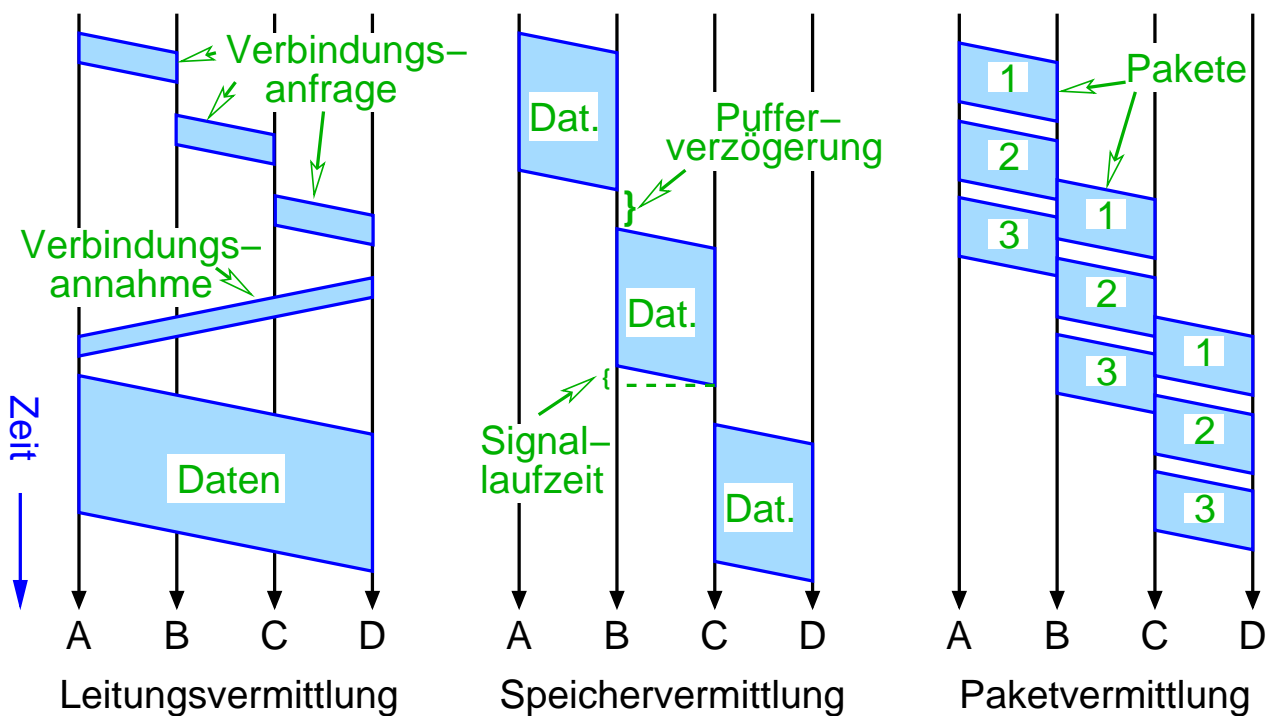
- ➔ Jeder Switch kann eine Anzahl von Paketen puffern
- ➔ Für jedes Paket kann der Weg unabhängig gewählt werden



© Justin Smith / Wikimedia Commons, CC-BY-SA-2.5



Zeitablauf der Datenübertragung



1.4 Anforderungen an Netze



- ➔ Unterstützung gemeinsamer Dienste
 - ➔ Netzwerk stellt Kanäle zwischen **Anwendungen** bereit
- ➔ Zuverlässigkeit
 - ➔ Bitfehler (z.B. durch elektrische Störungen)
 - ➔ Paketverlust (z.B. bei Pufferüberlauf)
 - ➔ Ausfall von Leitungen bzw. Vermittlungsknoten
 - ➔ Garantierte Paketreihenfolge?
- ➔ Sicherheit
 - ➔ Abhören von Daten, Manipulation von Daten, ...
- ➔ Leistung
 - ➔ Bandbreite, Latenz, Jitter

1.5 Leistungsparameter



- ➔ **Bandbreite (Übertragungsrate)**
 - ➔ Übertragbares Datenvolumen pro Zeiteinheit
 - ➔ Maßeinheit: Bits pro Sekunde (**b/s** bzw. **bps**)
 - ➔ Vorsicht bei den Maßeinheiten:
 - ➔ 1 kb/s = 1000 Bits/Sekunde, 1 Mb/s = 1000 kb/s
 - ➔ 1 KB = 1024 Bytes, 1 MB = 1024 KB
(nach NIST: KiB statt KB, MiB statt MB)
 - ➔ Unterscheidung:
 - ➔ Bandbreite der Leitung
 - ➔ Ende-zu-Ende Bandbreite (zw. Anwendungen)
- ➔ **Durchsatz**: tatsächlich erreichte Bandbreite
 - ➔ Durchsatz = Transfergröße / Transferzeit



➔ Transferzeit

- ➔ Zeit vom Beginn des Absendens einer Nachricht bis zu ihrem vollständigen Empfang

➔ Round-Trip-Time (RTT)

- ➔ Zeit, um eine (leere) Nachricht von A nach B und wieder zurück zu schicken

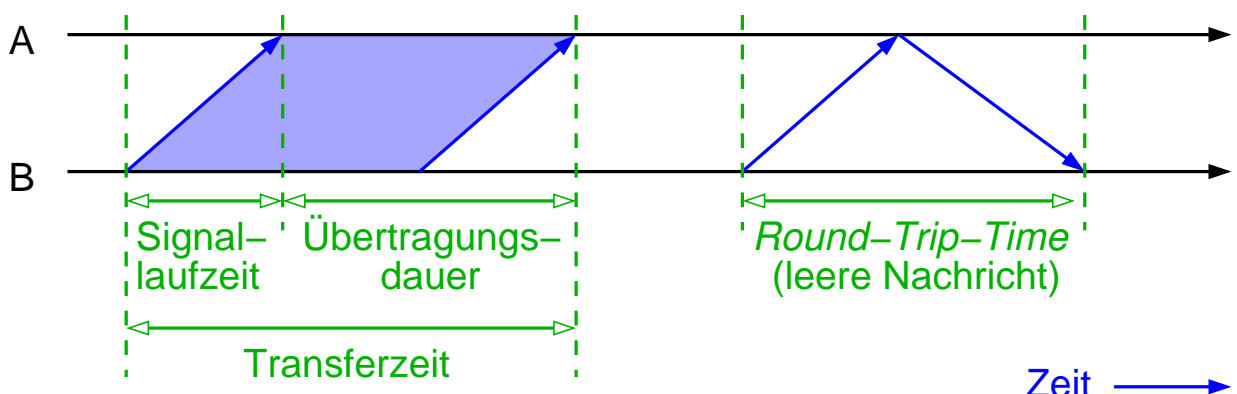
➔ Latenz

- ➔ **Achtung:** der Begriff Latenz wird mehrdeutig verwendet!
 - ➔ als synonym für Transferzeit
 - ➔ oder oft auch für die Transferzeit einer **leeren** Nachricht



➔ Bestandteile der Transferzeit:

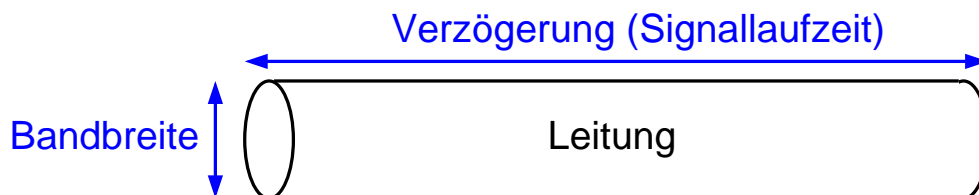
- ➔ Transferzeit = Signallaufzeit + Übertragungsdauer + Zeit für Pufferung in (Zwischen-)Knoten
- ➔ **Signallaufzeit** = Entfernung / Lichtgeschwindigkeit
 - ➔ Lichtgeschwindigkeit im Kupferkabel $\approx 2 \cdot 10^8$ m/s
- ➔ **Übertragungsdauer** = Nachrichtengröße / Bandbreite



1.5 Leistungsparameter ...



- ➔ Bandbreite vs. Signallaufzeit
 - ➔ Kurze Nachrichten: Signallaufzeit dominiert
 - ➔ Lange Nachrichten: Bandbreite dominiert
- ➔ **Verzögerungs-Bandbreiten-Produkt**
 - ➔ Gibt an, wieviele Bits sich in Übertragung („in der Leitung“) befinden



- ➔ Z.B. Transatlantik-Kabel (3,2 Tb/s, Signallaufzeit 50 ms):
 $1,6 \cdot 10^{11}$ Bit \approx 18,6 GB

1.5 Leistungsparameter ...



- ➔ **Jitter**
 - ➔ Varianz der Latenz einer Verbindung
 - ➔ Verursacht durch Pufferung und Konkurrenz um eine Verbindung
 - ➔ Folge: Datenpakete treffen in unregelmäßigen Abständen ein
 - ➔ Problem z.B. bei Audio-/Videoübertragung

- ➔ Netz besteht aus Knoten und Verbindungen
 - ➔ Rekursiver Aufbau: Knoten verbinden Subnetze
- ➔ Paketweise Übertragung der Daten
- ➔ Jede Anwendung stellt andere Anforderungen an ein Netzwerk
- ➔ Leistungsparameter: Bandbreite und Latenz

Nächste Lektion:

- ➔ Netzwerkarchitektur: Schichten und Protokolle