

KAPITEL 2: COMPUTERNETZE – EINE ERSTE ÜBERSICHT

Kapitel 2: Rechnernetze – Eine erste Übersicht

2.1 Terminologie

2.2 Grundlagen der Datenübertragung

2.3 Protokolle und Dienste

2.4 Sockets

2.5 Aufbau des Internets

2.6 Zusammenfassung

Lernziele:

- Grundprinzipien der Datenübertragung und Aufbau des Internets verstehen
- Vertiefung erfolgt in den weiteren Kapiteln

Kapitel 2: Rechnernetze – Eine erste Übersicht

2.1 Terminologie

2.1.1 Netzknoten und Links

2.1.2 Eigenschaften von Links

2.2 Grundlagen der Datenübertragung

2.3 Protokolle und Dienste

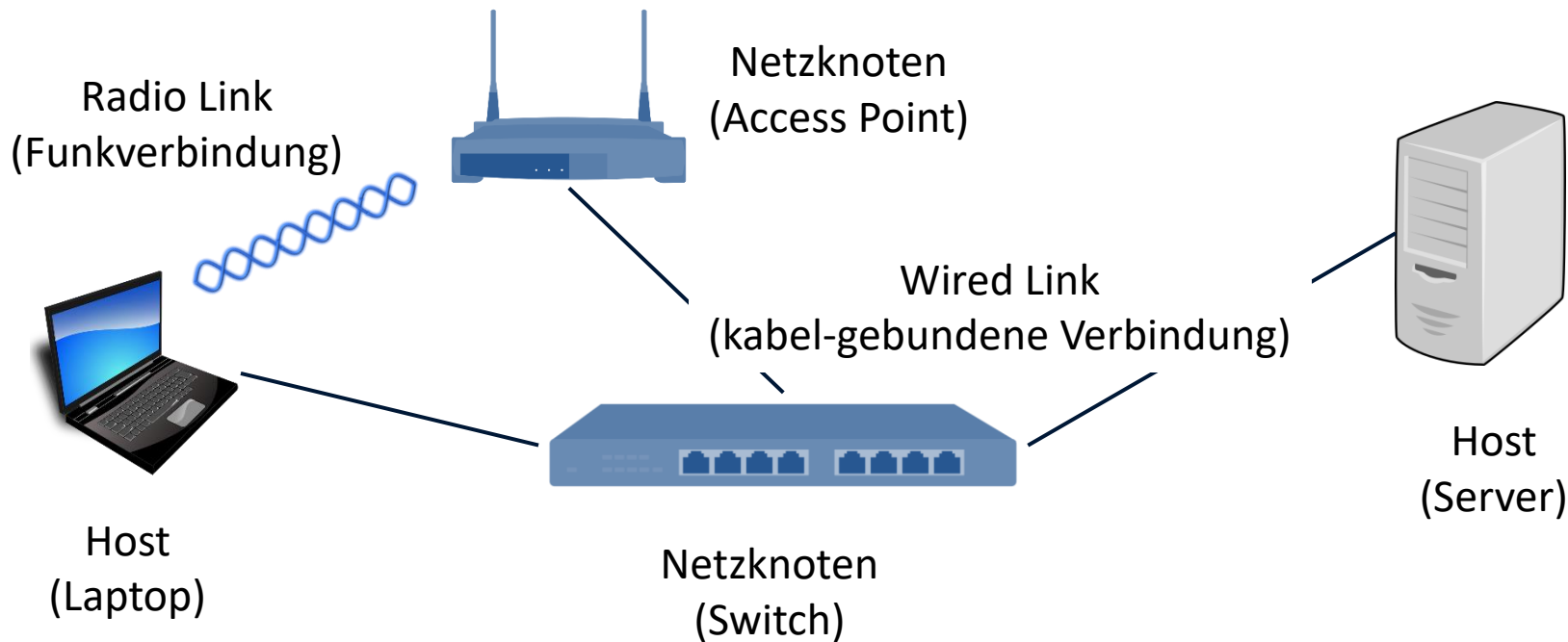
2.4 Sockets

2.5 Aufbau des Internets

2.6 Zusammenfassung

Knoten und Links

- Ein Kommunikationsnetz besteht aus Endsystemen (engl. **Hosts**) und **Netzknoten** (engl. nodes), die mit **Links** (deutsch: Verbindungen zwischen Netzknoten) miteinander verbunden sind.
 - Bemerkung: Der Begriff (Netz-)Knoten wird oft auch für alle an das Netzwerk angeschlossenen Geräte inklusive der Hosts verwendet.



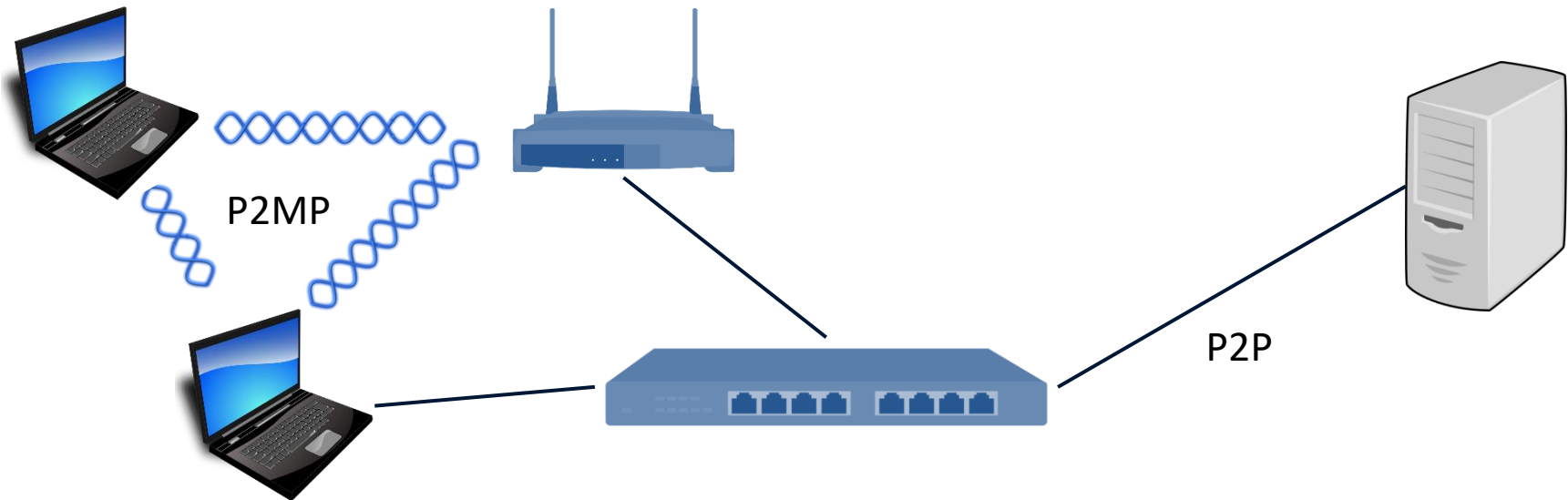
Endgeräte (Hosts)

- Endgeräte kommunizieren miteinander, indem sie Daten erzeugen oder konsumieren und über ein Netz aus Netzknoten austauschen.
- Erzeugende Endgeräte werden als **Quelle** (engl. **source**) und konsumierende Endgeräte als **Senke** (engl. **destination**) bezeichnet. Die Daten werden als **Verkehr** (engl. **traffic**) und zwischen Quelle und Senke als (Verkehrs-)**Fluss** (engl. **flow**) bezeichnet.
- Endgeräte sind beispielsweise PCs, Smartphones, Server, Drucker, Sensoren, Steuergeräte, etc.

- Netzknoten sind im allgemeinen keine Quellen und Senken für Verkehrsflüsse. Sie empfangen Daten und leiten diese weiter. Es gibt unterschiedliche Arten von Netzknoten
- Verstärker/Repeater:
 - empfängt, verstärkt und versendet Signale (engl. amplify and repeat)
 - Einsatz bei optischen und elektrischen Leitungen sowie Funkverbindungen, um eine größere Reichweite zu ermöglichen
- Hub: Repeater, der das eingehende Signal auf mehrere ausgehende Leitungen repliziert
 - Einsatz: Bussysteme
- Relay:
 - empfängt, dekodiert und leitet Daten weiter (engl. decode and forward)
 - Einsatz im Mobilfunk zur Verbesserung der Netzabdeckung

- Switch/Bridge
 - empfängt und speichert Daten (engl. store-and-forward)
 - entscheidet aufgrund der Hardware-Adresse (MAC-Adresse), auf welchem Port die Daten weitergesendet werden
 - Einsatz: Ethernet-Switch, WLAN-Access-Point
- Router:
 - empfängt und speichert Daten (engl. store-and-forward)
 - entscheidet aufgrund der Internet-Adresse (IP-Adresse), auf welchem Port die Daten weitergesendet werden
 - Einsatz: MAN und WAN
 - Gateways: Router, die mit anderen Netzen kommunizieren
- Details zur Funktionsweise und Unterscheidung von Switches und Routern im Kapitel zu Verkehrslenkung

- Links verbinden zwei oder mehr Knoten
 - Punkt-zu-Punkt-Verbindungen (engl. point-to-point link, P2P): Kommunikation findet zwischen zwei Knoten statt und andere Knoten hören diese Kommunikation nicht
 - Punkt-zu-Mehrpunkt-Verbindung (engl. point-to-multipoint, P2MP): Kommunikation findet über ein geteiltes Übertragungsmedium (engl. shared medium) statt. Alle Knoten, die Übertragungen auf diesem Medium mitlesen, empfangen auch die Nachricht.
 - Bussysteme, Funk



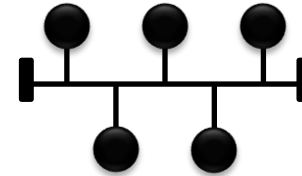
Netzwerktopologie

- Die Netzwerktopologie bestimmt, wie Links die Netzknoten miteinander verbinden
- Folgende Grundtopologien werden oft verwendet:



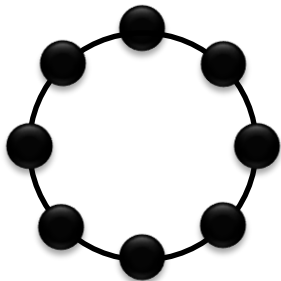
Punkt-zu-Punkt-Topologie

- nur zwei Knoten



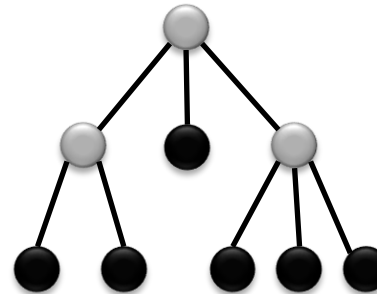
Bus Topologie

- Broadcast



Ringtopologie

- uni- oder bidirektional
- Ausfallsicherheit
- häufig: optische Ringe



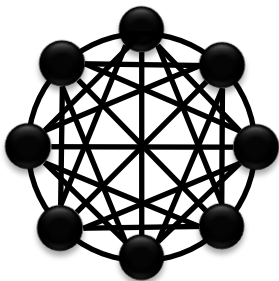
Baumtopologie

- oft mit Switches oder Routern

- häufig in LANs und Firmennetzen, oft mit Querverbindungen

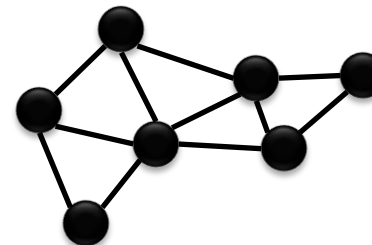
Sterntopologie

- bei nur einer Ebene



Vollvermaschte Topologie

- ineffizient wenn drahtgebunden
- häufig bei drahtlosen Netzen
- Hohe Ausfallsicherheit



Vermaschte Topologie

- vor allem bei drahtlosen Multi-Hop-Netzen

Kapitel 2: Rechnernetze – Eine erste Übersicht

2.1 Terminologie

2.1.1 Netzknoten und Links

2.1.2 Eigenschaften von Links

2.2 Grundlagen der Datenübertragung

2.3 Protokolle und Dienste

2.4 Sockets

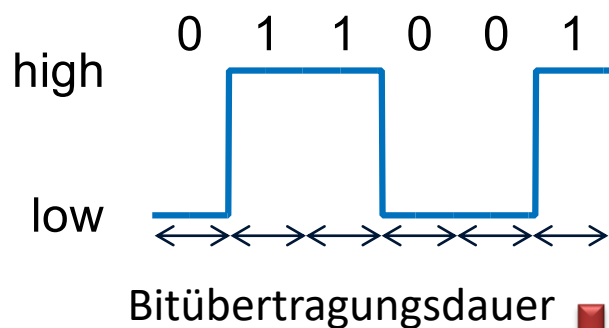
2.5 Aufbau des Internets

2.6 Zusammenfassung

- Links werden charakterisiert durch ihre **Kapazität**, ihre physikalische Länge und ihre Ausbreitungsgeschwindigkeit
- Die Kapazität gibt an, wie viele Bits über einen Links maximal pro Zeiteinheit übertragen werden können. Die Einheit ist Bit pro Sekunde (bps)
 - bps, kbps (1000 bps), Mbps (1000 kbps), Gbps (1000 Mbps)
 - Synonym werden auch die Begriffe Link-**Bandbreite** (engl. **bandwidth**), Link-**Rate** (engl. **rate**) oder Link-**Geschwindigkeit** (engl. **speed**) verwendet
- Die physikalische Länge und die Ausbreitungsgeschwindigkeit bestimmen die **Ausbreitungsverzögerung** (engl. **propagation delay**) eines Links. Die Ausbreitungsverzögerung gibt an, nach welcher Zeit ein übertragenes Signal am anderen Ende des Links ankommt.

Übertragungsverzögerung und Ausbreitungsverzögerung

Im einfachsten Fall werden Bits über eine Leitung übertragen, indem für Nullen niedrige und für Einsen hohe Spannungspegel an eine Leitung angelegt und für eine bestimmte Dauer gehalten werden. Diese Dauer bestimmt die Bitübertragungsdauer, also wie lange es dauert, um ein Bit „auf eine Leitung zu übertragen“. Das Inverse der Bitübertragungsdauer ist die Link-Kapazität.

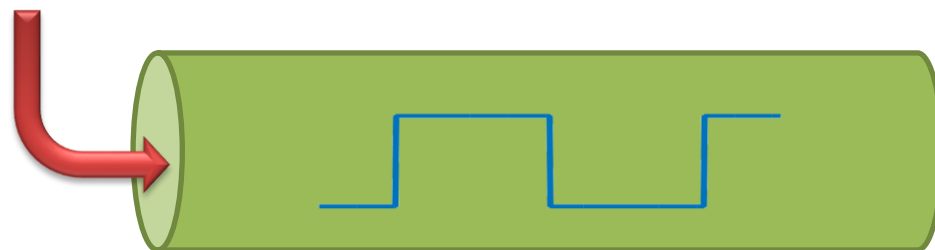


Bitübertragungsdauer: $1\mu s$

Kapazität? $1/1\mu s = 1Mbps$

Kapazität: $10Gbps$

Bitübertragungsdauer? $1/10Gbps = 0,1ns$

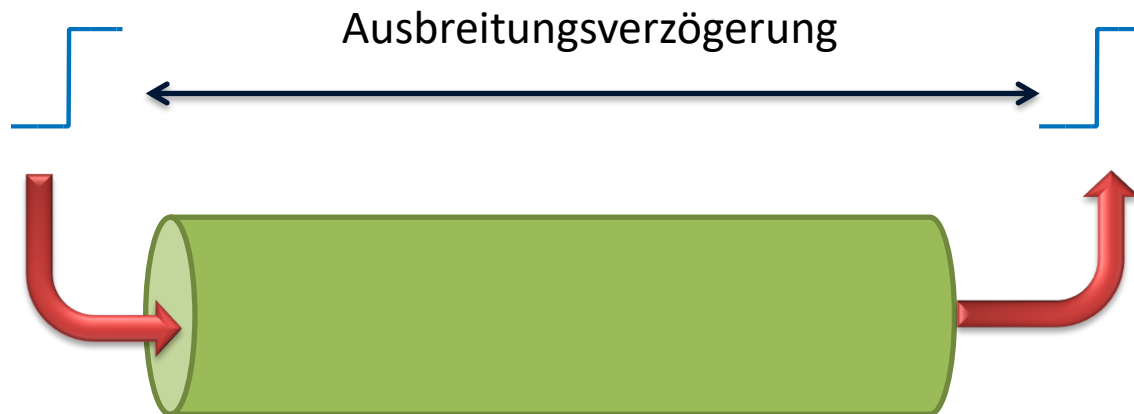


nach einer Bitübertragungsdauer ändert sich der Signalpegel

Ausbreitungsverzögerung

Der Empfänger tastet im Abstand einer Bitübertragungsdauer die Spannung ab, tendenziell in der Mitte eines Bits. Die Ausbreitungsverzögerung ist die Zeit, die es dauert, bis eine Änderung des Spannungspegels am anderen Ende der Leitung wahrgenommen wird. Die Ausbreitungsverzögerung ist also die Zeit, die ein Signal benötigt, um die Leitung zu durchlaufen und hängt von der Länge der Leitung (der Entfernung zwischen Sender und Empfänger bei Funkübertragungen) und der Ausbreitungsgeschwindigkeit im Medium ab. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit ist bei Funkübertragungen gleich der Lichtgeschwindigkeit von 300000km/s und bei elektrischen oder optischen Kabels zwischen 200000km/s und 300000km/s abhängig beispielweise vom Durchmesser des Kabels.

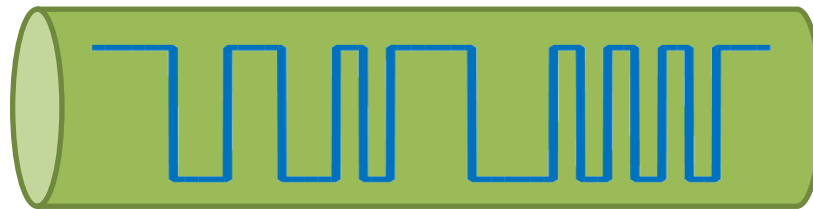
$$\text{Ausbreitungsverzögerung} = \frac{\text{Länge des Mediums}}{\text{Ausbreitungsgeschwindigkeit}}$$



Anzahl Bits auf einer Leitung

Der Sender wartet nicht, bis eine Spannungsänderung (ein Bit), am Empfänger angekommen ist sondern überträgt kontinuierlich Bit für Bit. Der Sender muss kontinuierlich übertragen, da der Empfänger kontinuierlich empfängt (zumindest bei dieser einfachen Leitungskodierung mit Spannungspegeln). Dementsprechend befinden sich einige Bits auf der Leitung, die vom Sender abgesendet wurden und noch nicht am Empfänger angekommen sind. Die Anzahl Bits auf der Leitung wird auch als Bandwidth-Delay-Product bezeichnet, wobei hier meist die Round-Trip-Time also Hin-und Rückweg als Verzögerung betrachtet wird.

$$\begin{aligned} \text{Anzahl Bits auf Leitung [Bits]} &= \frac{\text{Ausbreitungsverzögerung}}{\text{Bitübertragungsdauer}} \\ &= \text{Kapazität} \cdot \text{Ausbreitungsverzögerung} \end{aligned}$$



Anzahl Bits auf der Leitung