



## 2.5.1 Datennetze I

Lerninhalte 01 Die OSI- Schichten 1 und 2

### Die OSI- Schichten 1 und 2

#### Datennetze

Die Begriffe **Datennetz**, **Computernetz** und **Rechnernetz** werden im Sprachgebrauch ähnlich verwendet.

Sinn eines solchen Netzes ist, dass mehrere Teilnehmer untereinander **Daten austauschen** können.

Dazu ist erstens die **Anordnung** der **Teilnehmer** festzulegen und zweitens zu gewährleisten, dass ein **Sender** Daten an einen **Empfänger** senden kann, also **Kommunikation** zu ermöglichen.

A Bearbeite das Arbeitsblatt 01: Kommunikation, Seite 1

- **Kommunikation** bedeutet in der Informationstechnologie Austausch von Informationen in Form von Nachrichten. Der Übertragungsweg wird als **Kommunikationskanal** bezeichnet.
- Man unterscheidet die folgenden **Kommunikationsrichtungen**:
  - Beim **Simplex**-Betrieb erfolgt die Datenübertragung nur in eine Richtung, nämlich vom Sender zum Empfänger. Das ist zum Beispiel bei GPS-Empfängern (Navigationsgeräte) oder beim Fernseh- bzw. Rundfunkempfang der Fall.
  - Bei **Halbduplex** kann man nur entweder senden oder empfangen. Die beiden Teilnehmer müssen sich darüber verstündigen, wie sie die Übertragungskapazität untereinander aufteilen. Beispielsweise beim Funkverkehr teilen die Gesprächsteilnehmer durch die Nachricht „over“ mit, dass sie aufhören zu senden und wieder auf Empfang gehen.
  - Das Telefonieren wurde ursprünglich für die Kommunikation zwischen zwei Gesprächspartnern entwickelt, wobei die Teilnehmer gleichzeitig senden und empfangen (**Voll duplex**).

Funkgeräte ermöglichen dagegen die Kommunikation zwischen beliebig vielen Teilnehmern, sofern die Geräte auf dieselbe Frequenz eingestellt sind. Wenn mehrere Teilnehmer untereinander kommunizieren können, befindet man sich in einem **Netzwerk**.

Es gibt viele Netzwerke, deren Struktur recht ähnlich ist. Ein Beispiel für ein Netzwerk ist das Schienennetz, an dem sich auch wichtige Prinzipien von Computernetzen beobachten lassen. Die technische Umsetzung eines Schienennetzes unterscheidet sich natürlich von der eines Computernetzes. Das Prinzip ist aber sehr ähnlich, was man erkennt, indem man die technischen Komponenten von Schienennetz und Computernetz gegenüberstellt.

Das Computernetz wird zunächst auf **kabelgebundene Übertragung** begrenzt:

	Schienennetz		Computernetz	
Teilnehmer		Bahnhof		Netzwerkkarte
Weg		Schiene		Kabel
Klientel		Fahrgast		Daten

Die Netzwerkkarte ermöglicht die Verbindung unterschiedlicher Geräte mit dem Netzwerk, z. B. Computer, Drucker, Netzwerkspeicher (NAS-Festplatten) oder Fernsehgeräte.

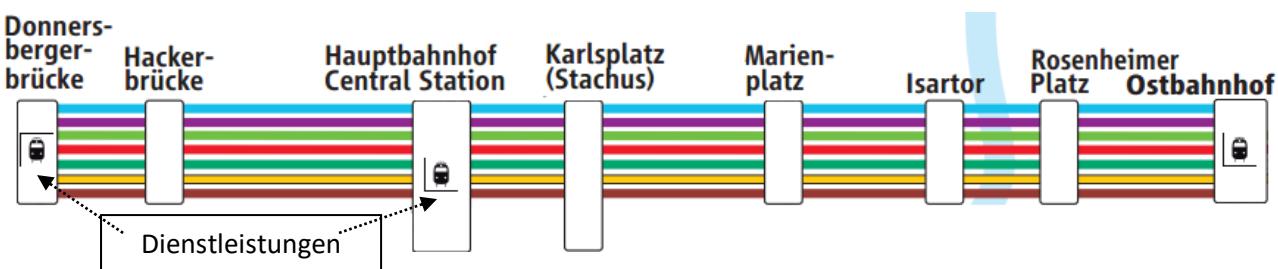


## 2.5.1 Datennetze I

### Lerninhalte 01 Die OSI- Schichten 1 und 2

#### Dienste

Grundlagen für den Aufbau eines Netzwerks können am Beispiel der Stammstrecke des Schnellbahnnetzes in München beobachtet werden:



- Es gibt Teilnehmer, die sich von den anderen unterscheiden: *Hauptbahnhof, Pasing und Ostbahnhof*; diese sind mit einem Symbol für „DB“ versehen. Das bedeutet, dass hier mehr Dienste zur Verfügung gestellt werden, zum Beispiel *persönliche Beratung* und *Fahrkartverkauf* oder *Umsteigen in das Verkehrsnetz der Deutschen Bahn*.
- Auch in Computernetzen gibt es Teilnehmer, die besondere Dienste zur Verfügung stellen. Zum Beispiel könnte auf einem der am Netz angeschlossenen Computer ein Programm laufen, das anderen Teilnehmern Dateien (engl. *file*) zur Verfügung stellt.
  - Ein Programm, das anderen Teilnehmern eines Netzwerks Dienste zur Verfügung stellt, heißt **Server**. Ein Computer, auf dem ein Server-Programm läuft, wird auch **Server** genannt. Wenn zum Beispiel auf einem PC im Netz *Dateien* zur Verfügung gestellt werden, ist dieser Computer ein **File Server**.

Wie ein Computernetz im Prinzip funktioniert, wird in diesem Modul geklärt.

#### Lokale Netze

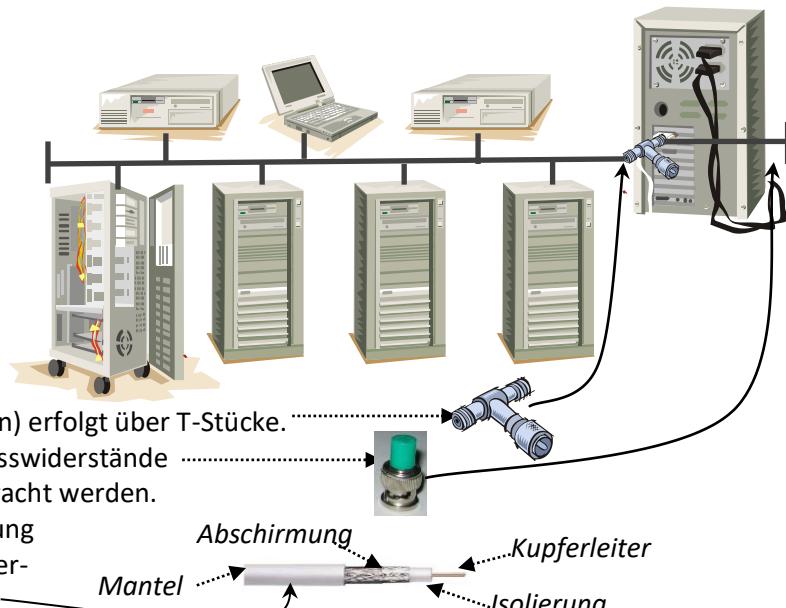
Die Schienen der Stammstrecke in der Abbildung oben werden von allen S-Bahn-Linien genutzt. Da das Wort *Omnibus* von seinem lateinischen Ursprung her „für alle“ bedeutet, wird auch der Teil eines Netzwerks so benannt wie das gleichnamige Verkehrsmittel: **Bus**.

Ein **Bus-Netz** besteht aus einem Hauptkabel, dem Bus, an das alle Geräte angeschlossen sind.

Der Anschluss der Geräte (Netzwerkkarten) erfolgt über T-Stücke.

An den Kabelenden müssen zwei Abschlusswiderstände zur Verhinderung von Reflexionen angebracht werden.

Eine preiswerte Möglichkeit, die Verbindung zwischen den Teilnehmern eines Computer-Netzes herzustellen, ist das Koaxialkabel.



Es gibt also Parallelen zwischen Verkehrsnetzen und Computernetzen.

In Computernetzen bestehen aber andere Größenordnungen:

- Ein **LAN** (engl.: Local Area Network - lokales Netz) ist ein Computernetz, bei dem die Ausdehnung deutlich kleiner ist als der Bereich einer Stadt. LANs erstrecken sich meist über mehrere Räume. Über Grundstücksgrenzen gehen sie aber selten hinaus.

A Bearbeite das Arbeitsblatt 01: Kommunikation, Seite 2



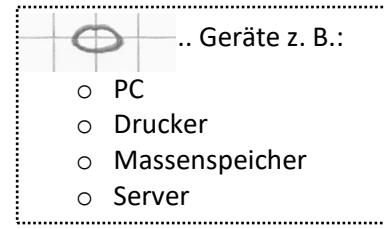
## 2.5.1 Datennetze I

Lerninhalte 01 Die OSI- Schichten 1 und 2

### Topologien für Lokale Netze

- Der Aufbau eines Computernetzes wird als **Topologie** bezeichnet. Die Topologie beinhaltet vor allem die Anordnung von Netzwerkgeräten und -kabeln.

#### Bustopologie

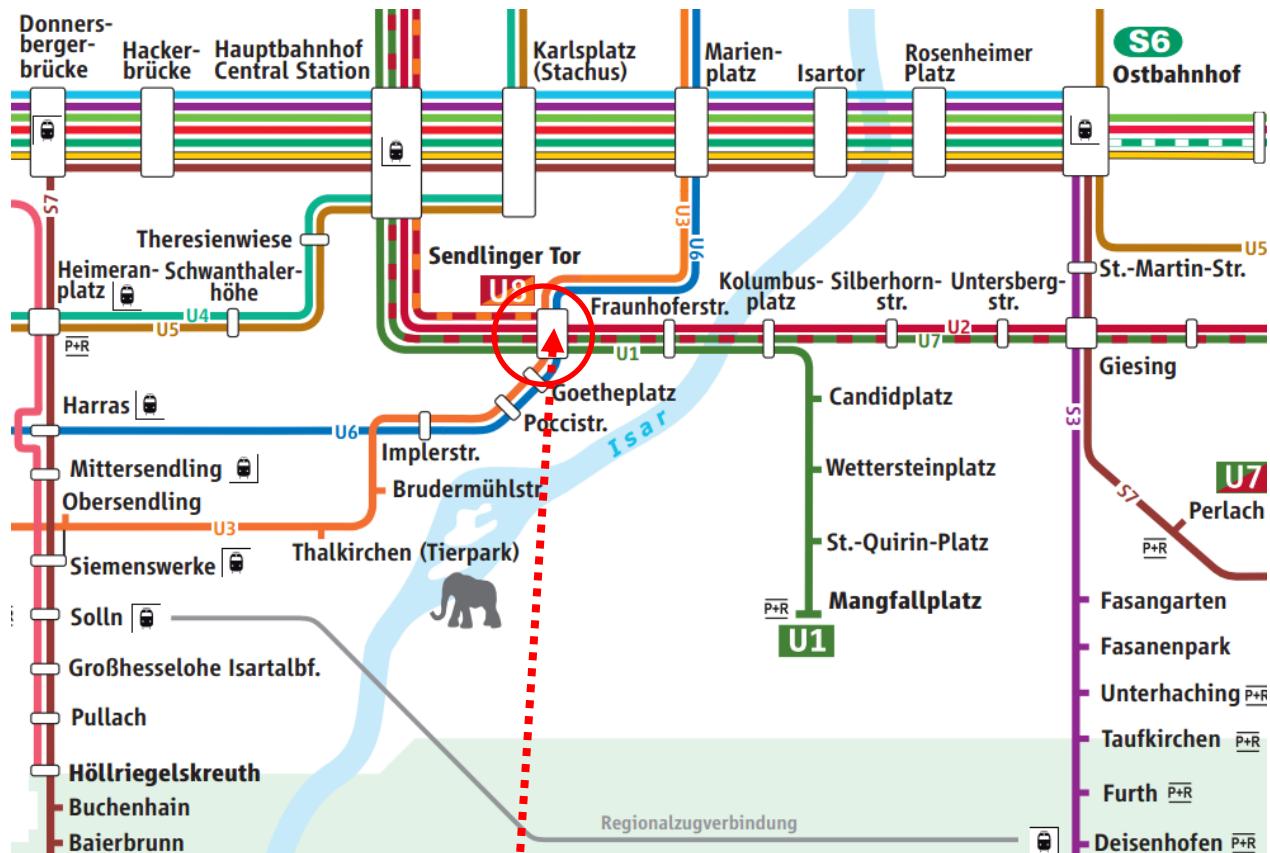


Im Bus sind alle Teilnehmer an ein Kabel angeschlossen. Vorteile sind:

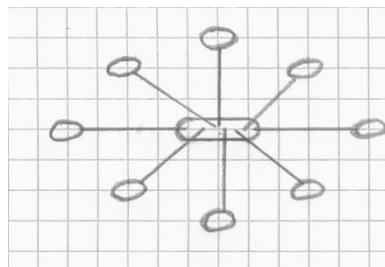
- Fällt ein Teilnehmer aus, so läuft das Netz weiter.
- Weitere Teilnehmer können problemlos mit angeschlossen werden.
- Der Aufwand für die Verkabelung ist gering, womit ein Busnetz robust und kostengünstig ist.

#### Sterntopologie

Eventuell ist dir aufgefallen, dass an den Enden der Stammstrecke das Schienennetz nicht zu Ende ist:

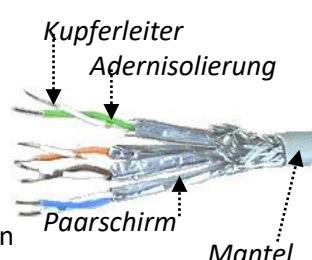


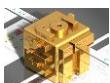
- Die U-Bahnlinien überkreuzen sich, wodurch sie *sternförmig* angeordnet sind.



Beim **Stern** werden alle Teilnehmer über einen Verteiler sternförmig verbunden.

Dazu sind Twisted-Pair-Kabel geeignet. Der Stern ist insgesamt ein technisch einfaches und damit kostengünstiges System, auch wenn Aufwand und Kosten für die Verkabelung relativ hoch sind.



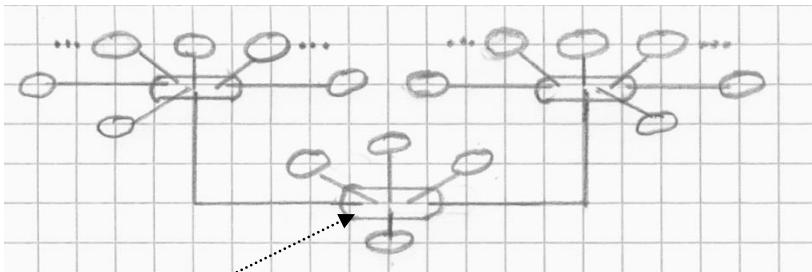


## 2.5.1 Datennetze I

### Lerninhalte 01 Die OSI- Schichten 1 und 2

#### Baumtopologie

Wie die verschiedenen Strukturen im Schnellbahnnetz gemischt sind, lassen sich auch die Topologien von Computernetzen untereinander kombinieren. Die derzeit gebräuchlichste Topologie ist ein **Baum**, der sich aus Teilsternen zusammensetzt:



Ein **Switch** leitet ankommende Datenpakete an den Empfänger weiter. Um lange Verzögerungen zu vermeiden, wird im Switch eine schnelle CPU benötigt.

Früher waren Switches deshalb sehr teuer und man verwendete häufig Hubs, die nur die Signale verstärken und verteilen und damit einfach alle Daten an alle angeschlossenen Rechner verteilen.



Der Anschluss erfolgt beim Stern über RJ-45 Stecker



Switch



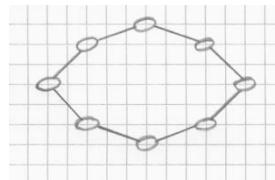
Hub

#### Ringtopologie

Bei der **Ringtopologie** hat jeder Teilnehmer einen Vorgänger und einen Nachfolger. Die Datenübertragung erfolgt in einer Richtung. Jeder Teilnehmer leitet Daten, die nicht für ihn bestimmt sind, weiter.

Dadurch entsteht eine ringförmige Anordnung.

Der Ausfall eines Gerätes führt zum Ausfall des gesamten Netzes.



#### Zelltopologie

Bei drahtlosen Netzen (WLAN – Wireless LAN) spricht man von **Zelltopologie**.

Eine Zelle ist der Bereich um die Basisstation herum, in der Kommunikation zwischen den Endgeräten und dieser Station über Funkwellen möglich ist.

Die Basisstation (Wireless Access Point) ist Bestandteil von WLAN-Routern, über die Geräte drahtlos mit dem Internet oder anderen Geräten im WLAN verbunden werden können.

Für diese Topologie werden keine Kabel benötigt. Die Reichweite hängt aber stark von der Beschaffenheit von Wänden, Decken und sonstigen Hindernissen ab.

Da Funkwellen nicht an der Wohnungsgrenze hält machen, muss auf die Sicherheit geachtet werden, indem nur verschlüsselte Datenübertragung stattfindet.

Die Zelltopologie ist mit der Bustopologie vergleichbar, weil alle Teilnehmer gleichzeitig ein gemeinsames Übertragungsmedium nutzen. Zellen können sich überlappen. Um zu vermeiden, dass sich unterschiedliche Netze gegenseitig stören, werden unterschiedliche Frequenzen verwendet.



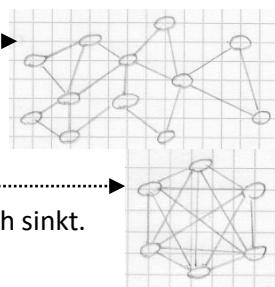
WLAN-Router

#### Vermaschtes Netz

Hier sind alle Teilnehmer mit einem oder mehreren anderen Teilnehmern verbunden. Wenn alle Teilnehmer mit allen anderen Teilnehmern verbunden sind, spricht man von einem *vollständig vermaschten Netz*.

Im Bereich kabelgestützter Lokaler Netze wird diese Topologie nicht verwendet.

Bei Funknetzen hat es den Vorteil, dass die Sendeleistung wegen der kürzeren Entfernung niedriger sein kann als bei der Zelltopologie und der Energieverbrauch sinkt.



A Bearbeite das Arbeitsblatt 02: Topologien und Bitübertragung, Seite 1



## 2.5.1 Datennetze I

### Lerninhalte 01 Die OSI- Schichten 1 und 2

#### Bitübertragung

In einem Computernetz benötigt man Verbindungen, über die Daten gesendet werden können.

Das geschieht zum Beispiel in Form elektrischer Signale, optischer Signale oder elektromagnetischer Wellen, wobei die Daten in Computernetzen binär codiert werden.

Binärcodes für Computer arbeiten mit Binärworten

von einheitlicher Länge.

Ein Beispiel dafür ist der ASCII-Code.

Das Morsen ist ein gut nachvollziehbares Beispiel für die Übertragung binär codierter Informationen:

Das Morsealphabet besteht nur aus Strichen und Punkten. Die Zeichen werden in Folgen von kurzen (•) oder langen (—) Signalen codiert.

Zur Verschlüsselung der Zeichen wird im Morsecode keine einheitliche Wortlänge verwendet.

Häufig benutzte Buchstaben sind kürzer codiert als seltene, z. B. E => •; X => — • • —.

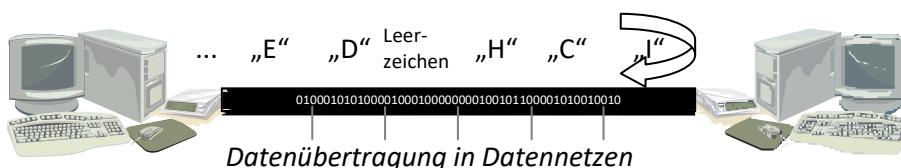
Die Übertragung von Morsezeichen mit Hilfe der Telegrafie läuft folgendermaßen ab:

- Zwei Telegrafenstationen sind durch ein Kabel verbunden.
- Der Telegrafist codiert einen Text im Morsecode und sendet kurze Stromimpulse (•) oder lange Stromimpulse (—).
- Beim Empfänger werden die Stromimpulse neu dargestellt.  
Bei einem Schreibtelegrafen werden auf einem Papierstreifen Punkte und Striche erzeugt.  
Der Telegrafist am anderen Ende der Leitung decodiert den Morsecode in Text.

Zur Übertragung von Morsesignalen sind verschiedene Medien geeignet:

- Kabel (z. B. Telegrafie)
- Funk (Kurzwellen-Morsen)
- Licht (Blinksignale beim Morsen zwischen zwei Schiffen)

Der Ablauf einer Datenübertragung in Datennetzen ist der beim Morsen sehr ähnlich: Daten werden binär codiert und in Form einer Bitfolge übertragen.



Auch mögliche Übertragungsmedien sind in Datennetzen dieselben:

- Kabel (Koaxialkabel oder Twisted-Pair-Kabel)
- Funk (WLAN)
- Licht über Lichtwellenleiter: Glasfaserkabel, Polymer-optische Fasern (POF)

A Bearbeite das Arbeitsblatt 02: Topologien und Bitübertragung, Seite 2

Alphabet	ASCII-Code	Morse-Code
A	0100 0001	• —
B	0100 0010	— • • •
C	0100 0011	— • — •
D	0100 0100	— • •
E	0100 0101	•
F	0100 0110	• • — •
G	0100 0111	— — •
H	0100 1000	• • • •

vgl. fit for it 3, Arbeitsblatt 06:  
Binäre Darstellung alphanumerischer Daten



Übermittlung von Morsecode mittels Lichtzeichen in der Seefahrt



## 2.5.1 Datennetze I

Lerninhalte 01 Die OSI- Schichten 1 und 2

### Sicherung der Übertragung

#### Kommunikationsarten

Bei der elektrischen Telegrafie steht den Teilnehmern eine eigene Leitung zur Verfügung. Dafür muss vor Beginn der Datenübertragung eine Verbindung hergestellt werden, wie das zum Beispiel auch beim Telefonieren der Fall ist.

- Wenn den Kommunikationspartnern die exklusive Nutzung einer Leitung überlassen wird, spricht man von **verbindungsorientierter Kommunikation**. Dabei muss vor Beginn der Datenübertragung eine direkte Verbindung bestehen.
- Eine **verbindungslose Kommunikation** liegt vor, wenn keine direkte Verbindung zwischen zwei Endpunkten besteht. Diese Kommunikationsart nutzen Computernetze.

Es muss aber dennoch gewährleistet werden, dass Daten gesendet werden können und den Empfänger erreichen – anders ausgedrückt: Die Übertragung muss *gesichert* werden.



#### Zugriffsverfahren

Die Übertragung der Daten erfolgt nicht in einem kontinuierlichen Datenstrom wie beim Morsen.

Zur **Sicherung der Übertragung** werden in Datennetzen die Daten zunächst in mehrere **Frames** (engl. für *Rahmen*) aufgeteilt. Die Frames werden gesendet und nach Empfang wieder zusammengefügt. Wie das genau geschieht, wird mit Hilfe von **Zugriffsverfahren** festgelegt.

- Die Regelung des Zugangs zu den Übertragungsmedien in Netzwerken nennt man **Zugriffsverfahren**.

Man kann sich das Versenden von Daten wie die Bewegung eines Zuges im Schienennetz vorstellen: Die Daten werden in Frames versendet, ähnlich wie die Fahrgäste in Zügen befördert werden.

	Schienennetz		Computernetz	
Teilnehmer		Bahnhof		Netzwerkarte
Weg		Schiene		Kabel
Transportmittel		Zug		Frame
Klientel		Fahrgast		Daten

Die beiden grundlegenden Zugriffsverfahren werden auf der folgenden Seite beschrieben.



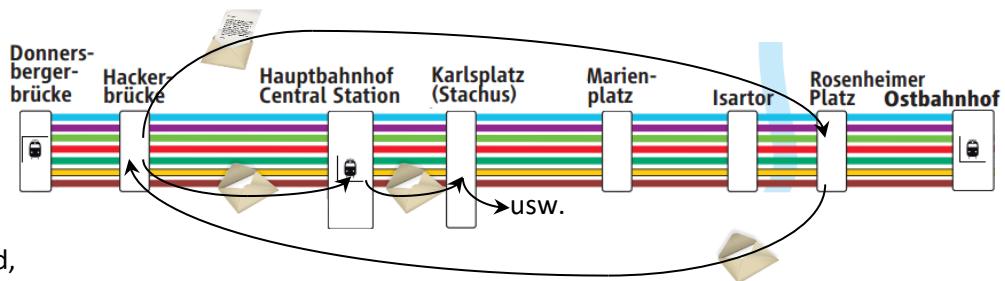
## 2.5.1 Datennetze I

### Lerninhalte 01 Die OSI- Schichten 1 und 2

#### Token-Passing

A Bearbeite das Arbeitsblatt 03: Planspiele zu Zugriffsverfahren

Zwischen den Haltestellen der S-Bahn kann Post versendet werden. Du kannst dir das so vorstellen, dass ein Briefumschlag in einen Zug gelegt wird,



z. B. an der Haltestelle *Hackerbrücke*:

- Ist ein Brief im Umschlag, wird der Brief zum Ziel gebracht (z. B. zum *Rosenheimer Platz*) und von dort leer zum Ausgangspunkt zurück (*Hackerbrücke*).
- Von hier aus wird der Briefumschlag leer zur nächsten Haltestelle geschickt (*Hauptbahnhof*). Hier darf wieder ein Brief angenommen werden.
- Wenn kein Brief verschickt werden soll, wird der Umschlag leer zur nächsten Haltestelle (*Karlsplatz*) weitergeschickt – und so weiter.
- Wenn der Umschlag bei der letzten Haltestelle angelangt ist (*Ostbahnhof*), wird er zurück zum ersten Teilnehmer (*Donnersbergerbrücke*) geschickt. Danach wieder zur *Hackerbrücke* und so weiter.

So befindet sich der Briefumschlag in einem ständigen Kreislauf von *Haltestelle* zu *Haltestelle*.

Im Computernetz entspricht das der Übertragung von Daten von *Teilnehmer* zu *Teilnehmer*.

- Die *Berechtigung zum Senden einer Nachricht* („den Briefumschlag“) nennt man **Token** (engl. Zeichen, Marke). Das *Verfahren*, mit dem auf dieser Basis der Zugang von Teilnehmern zum Computernetz geregelt wird, heißt **Token-Passing**.

A Bearbeite das Arbeitsblatt 04: Zugriffsverfahren, Seite 1

Grundlage von Token-Passing ist der Token, der im Netzwerk von einer Station zur benachbarten Station weitergeleitet wird. Der Token ist die Berechtigung, Daten zu senden.

- Beim Zugriffsverfahren **Token-Passing** werden Daten nur mit der Sendeberechtigung (Token) gesendet, die nach vorgegebener Reihenfolge weitergereicht wird. Der Token gilt auch als Empfangsbestätigung.

#### CSMA/CD

Am weitesten verbreitet ist derzeit ein anderes Zugriffsverfahren, nämlich CSMA/CD. Das liegt daran, dass Ethernet dieses Verfahren verwendet.

A Bearbeite das Arbeitsblatt 04: Zugriffsverfahren, Seite 2

Bei dem im Arbeitsblatt beschriebenen CSMA/CD-Verfahren existiert keine Zugriffsordnung unter den angeschlossenen Stationen, so dass es zu Kollisionen kommen kann.

- CSMA bedeutet „Carrier Sense Multiple Access“: *Mehrfachzugriff mit Überprüfung des Trägers*, ob eine Nachricht unterwegs ist.
- CD steht hier für „Collision Detection“ (*Kollisionserkennung*).
- Die Datenübermittlung erfolgt nach dem Schema *Horchen, Senden, ggf. erneut Senden*.

Das CSMA/CD-Verfahren ist technisch anspruchslos und bei mäßiger Netzlast sehr schnell, weshalb es weit verbreitung gefunden hat. Nicht geeignet ist es für Anwendungen, die eine zugesicherte Übertragungszeit benötigen, wie zum Beispiel Echtzeitanwendungen.

A Bearbeite das Arbeitsblatt 04: Zugriffsverfahren, Seite 3 – 4



## 2.5.1 Datennetze I

### Lerninhalte 01 Die OSI- Schichten 1 und 2

#### Einteilung von Netzen nach verwaltungstechnischen Gesichtspunkten

Teilnehmer eines Netzes können entweder zentral oder dezentral betreut werden. Zentrale Verwaltung bedeutet, dass mindestens ein Server installiert wird.

#### Client-Server-Architektur

Server sind Rechner, die Dienste zur Verfügung stellen. Die Verwaltung findet zentral statt.

Die Teilnehmer, die Dienste in Anspruch nehmen, werden als Client bezeichnet.

- Für Server werden meist Betriebssystemversionen verwendet, bei denen die Verwaltung von Sicherheitsmerkmalen wie Passwörtern oder Zugriffsberechtigungen leistungsfähiger ist als bei PC-Betriebssystemen.
- Der Einsatz höherwertigerer Komponenten ermöglicht einen höheren Datendurchsatz.
- Server werden im Normalfall von Administratoren verwaltet, die über mehr Wissen und Zeit für die Verwaltung verfügen als die Benutzer eines PC.

#### Peer-to-Peer-Umgebung (P2P)

Hier sind alle Rechner gleichberechtigt. Peers bieten Dienste an und nehmen Dienste anderer Peers in Anspruch. Peers verfügen also über Client-Server-Funktionalität.

Im Prinzip verwaltet jeder Nutzer seine Ressourcen selbstständig. Durch mangelndes Wissen und fehlende Zeit werden häufig Sicherheitsprobleme nicht erkannt, dennoch benötigt jeder Nutzer minimale Administratorkenntnisse.

#### Datendurchsatz

- A Bearbeite das Arbeitsblatt 05: Abschätzen des Datendurchsatzes in einem Computernetz

Die Leistungsfähigkeit eines Datennetzes hängt von mehreren Faktoren ab:

- Die **Datenübertragungsrate** (auch Brutto-Datenrate) wird in **bit/s** angegeben. Dabei handelt es sich um die Anzahl der Binärzeichen, die pro Sekunde **maximal** übertragen werden können.
- Mit dem **Datendurchsatz** (Netto-Datenrate) werden die reinen Nutzdaten in **bit/s** angegeben.
- Weitere Faktoren, die den Datendurchsatz bestimmen, sind **Auslastung** und Anwendungsbereich.

#### Das OSI-Schichtenmodell

Um die Kommunikation zwischen verschiedenen Betriebssystemen und unterschiedlicher Hardware zu ermöglichen, wurde ein Modell entwickelt, das den Datenfluss zwischen den Übertragungswegen (Kabel oder Funk) und Anwendungen (Programme) beschreibt.

Dieses Modell heißt **OSI-Schichtenmodell**

(open system interconnection).

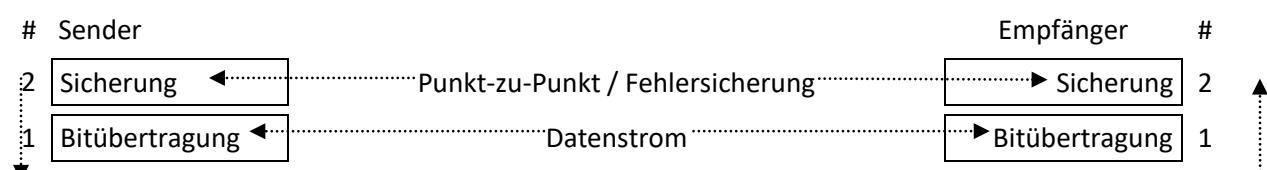
Es gibt sowohl beim Sender als auch beim Empfänger jeweils 7 Schichten (layers), die von unten nach oben nummeriert sind.

Die jeweils höhere Schicht nutzt die Dienste der darunter liegenden.



#### Die OSI- Schichten 1 und 2

In den unteren beiden OSI-Schichten wird festgelegt, wie zwei Geräte in einem Datennetz miteinander kommunizieren können. In der Sicherungsschicht wird also eine **Punkt-zu-Punkt-Verbindung** hergestellt:



- A Bearbeite das Arbeitsblatt 06: Die OSI- Schichten 1 und 2

Das OSI-Modell ist die Basis für technische Lösungen zur Kommunikation in Datennetzen.



## 2.5.1 Datennetze I

### Lerninhalte 01 Die OSI- Schichten 1 und 2

#### Vernetzungstechniken

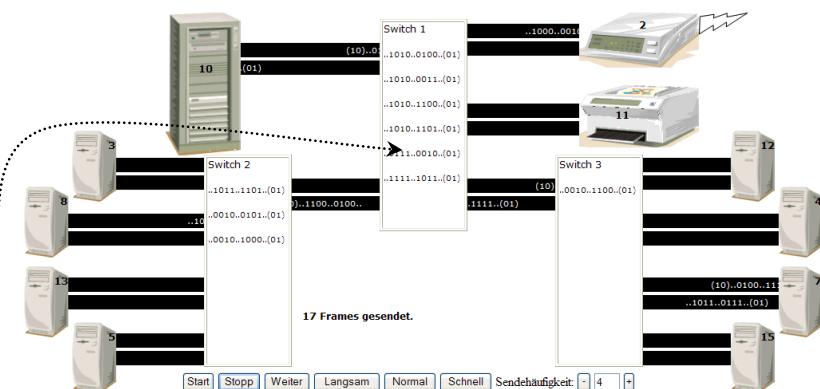
Es gibt unterschiedliche technische Lösungen, die auf den beschriebenen Topologien und Zugriffsverfahren basieren. Für die Planung eines Computernetzes ist es empfehlenswert, auf weltweit gültige Normen zu achten. Die Ausarbeitung von Normen für Computernetze ist eine der Aufgaben des **IEEE**. (Institute of Electrical and Electronics Engineers, <http://www.ieee.org/>)

#### Ethernet

Eine Vernetzungstechnik, die auf dem **CSMA/CD**-Verfahren basiert, ist **Ethernet** (IEEE 802.3). Wegen der hohen Geschwindigkeit und der einfachen Handhabung hat sich Ethernet in der Bürokommunikation und im privaten Bereich durchgesetzt. Insgesamt haben hier etliche Entwicklungen stattgefunden.

Weil zum Beispiel in einem Datennetz mit Baumtopologie keine Kollisionen mehr auftreten können, hat in solchen Netzen die Bezeichnung des Zugriffsverfahrens „CSMA/CD“ nicht mehr die ursprüngliche Bedeutung.

Vielmehr muss beispielsweise ein Augenmerk auf Engpässe gerichtet werden, die in einer Baumtopologie aus Einzelsternen bei hoher Netzlast entstehen können.



Die Verkehrsbezeichnungen für Ethernet-Standards beinhalten die Datenübertragungsrate (Brutto-Datenrate). In Klammern wird ggf. der geschätzte *Datendurchsatz* (*Netto-Datenrate*) angegeben.

Wichtige Ethernet-Standards sind (Stand: April 2017):

- 10 MBit/s Ethernet: Der ursprüngliche Ethernet-Standard (IEEE 802.3a und 802.3i)
- Fast Ethernet (94 MBit/s): 100BASE-T nach IEEE 802.3 Clause 25 bzw. IEEE 802.3u
- Gigabit-Ethernet (940 MBit/s): 1000BASE-T nach IEEE 802.3 Clause 40 bzw. IEEE 802.3ab
- 10 Gigabit/s Ethernet (IEEE 802.3ae und 802.3an)
- 40 und 100 Gigabit/s Ethernet (IEEE 802.3ba und 802.3bm)

#### Arcnet

**Arcnet** (IEEE 802.4) verwendet das Zugriffsverfahren **Token-Passing**.

Bus-, Stern- und Baumtopologien sind möglich.

Es wurde 1976 entwickelt und anfangs auch häufig im Office-Bereich eingesetzt, wurde hier aber vom schnelleren Ethernet verdrängt. Die Stärken von Arcnet liegen vielmehr in der Echtzeitfähigkeit durch garantierte Übermittlung der Datenframes und Antwortzeiten.

Anwendungsbereiche sind:

- Industrielle Überwachung und Steuerung (z. B. Automatische Fertigung, Kraftwerke)



- Übermittlung von Medien in garantierter Qualität (Telefonvermittlung, Video)
- Kommunikation in medizinischen Systemen
- Kommunikation in Transportsystemen (z. B. Schiffe, Raketen)



## 2.5.1 Datennetze I

Lerninhalte 01 Die OSI- Schichten 1 und 2

---

### Token Ring

**Token Ring** (IEEE 802.5) arbeitet mit dem Zugriffsverfahren **Token-Passing** in einer Ring-Topologie. Durch die kollisionsfreie Übertragung der Datenframes erreichte ein solches Netz trotz der niedrigeren Geschwindigkeit ähnliche Übertragungsraten wie Ethernet.

Einige Zeit war Token-Ring Standard bei Netzwerken von IBM und damit recht weit verbreitet.

### WLAN

Das **WLAN** (IEEE-802.11) verwendet ein Zugriffsverfahren, das wie Ethernet den gemeinsamen Zugriff auf ein Medium ermöglicht und im Prinzip auch so funktioniert:

Bei **CSMA/CA** (Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance) wird versucht, Kollisionen zu vermeiden, was das Wort *Avoidance* aussagt. Verhindert werden können Kollisionen nicht. Damit kann man sich die Bitübertragung wie in einem Busnetz mit dem Zugriffsverfahren CSMA/CD vorstellen.

- Das **WLAN** ist aber ein Funknetz (engl. Wireless LAN - drahtloses lokales Netzwerk).  
Das gemeinsame Medium ist also ein Funksignal, auf das alle Teilnehmer Zugriff haben, die sich in Reichweite des Signals befinden. Das können auch Teilnehmer außerhalb der Wohnung sein.  
Deshalb spielt hier die Frage nach der **Datensicherheit** eine große Rolle.
  - Der Zugriff auf ein WLAN sollte unbedingt durch die Verwendung von Kennwörtern, Verschlüsselung mit WPA2 bzw. besser WPA3 und evtl. Authentifizierung erschwert werden.
  - Bei der Nutzung eines öffentlichen WLANs sollte man erhöhte Vorsicht walten lassen.  
Auf sensible Daten wie beispielsweise E-Mail, Online-Banking oder soziale Netzwerke sollte man besser nicht zugreifen.

Beim WLAN ist die Differenz zwischen der theoretischen Datenübertragungsrate und dem Nettodurchsatz deutlich höher als bei den leitungsgebundenen Vernetzungstechniken.

Wichtige WLAN-Standards sind (Stand: April 2017):

- IEEE 802.11g: 54 Mbit/s WLAN (*bis zu 25 MBit/s*)
- IEEE 802.11n: 150 Mbit/s (1 Antenne) – 600 Mbit/s (4 Antennen) (*bis zu 240 MBit/s*)
- IEEE 802.11ac: 433 Mbit/s (1 Antenne) – 1300 Mbit/s (3 Antennen) (*bis zu 660 MBit/s*)

### DLAN

Beim DLAN (*direct LAN* – auch *Powerline* genannt) wird die Netzspannung des Stromnetzes mit einem Trägersignal überlagert. Die Trägerfrequenzen werden durch den Standard *Home Plug* spezifiziert.

Die Topologie ist ein Busnetz mit dem Zugriffsverfahren CSMA/CA.

Wie beim WLAN muss beim DLAN besonders auf die Sicherheitseinstellungen geachtet werden, weil der Stromzähler die Signale zwar stark dämpft, aber nicht blockiert. DLAN-Signale können also ebenfalls außerhalb der Wohnung empfangen werden.

- Ein DLAN sollte durch Verschlüsselung abgesichert werden. Stand der Technik ist *AES*.

Für die Zukunft ist eine Erweiterung des Zugriffsverfahrens angedacht: Bei dem Verfahren **TDMA** (Time Division Multiple Access) könnte durch einen zentralen Koordinator (*Master*) die Bandbreite auf die Teilnehmer (*Slaves*) aufgeteilt werden. Dabei würde jedem Teilnehmer ein bestimmtes Zeitfenster zugestanden, in dem er senden darf. Der Master würde also nicht nur Daten übermitteln, sondern auch die Ein-/Ausgabesteuerung beim Teilnehmer übernehmen.

Eine solche Technik wird *Master-Slave* im Zeitmultiplexverfahren genannt.

### Ethernet-AVB

Mit dieser Technik (IEEE-802.1as) wird die fehlende Echtzeitfähigkeit von Ethernet behoben, beispielsweise zur Übermittlung von Videodaten in garantierter Qualität.

Dazu wird in dem LAN ein Gerät als Master deklariert, der die zur Verfügung stehende Bandbreite unter den übrigen Geräten so aufteilt, dass die Übertragung eines Frames innerhalb eines bestimmten Zeitraums gewährleistet wird.

- Bearbeite das Arbeitsblatt 07: Zusammenfassende Aufgaben zu den OSI-Schichten 1 und 2