

4.1 OSI-Schicht 1 - Bitübertragungsschicht

Die Bitübertragungsschicht ist die unterste offizielle Schicht des OSI-Modells.

Sie beschreibt, wie einzelne Bits physisch übertragen werden.

Das bedeutet:

Daten werden auf Schicht 1 nicht als Webseite,
Datei,
IP-Adresse
oder TCP-Verbindung betrachtet,
sondern nur als Folge von Bits.

Ein Bit kann zwei Zustände haben:

0
1

Diese Bits werden je nach Medium als Signale übertragen.

Grundaufgabe der Bitübertragungsschicht

Die Hauptaufgabe der Bitübertragungsschicht ist:

Bits über ein physisches Medium übertragen.

Dabei geht es vor allem um:

- elektrische Signale
- optische Signale
- Funksignale
- Stecker
- Schnittstellen
- Übertragungsgeschwindigkeit
- Signalpegel
- Taktung
- physische Verbindung

- Netzwerkkarte
- Hub

Merksatz:

Schicht 1 = Bits und Signale.

Einordnung im OSI-Modell

OSI-Schicht	Name	Aufgabe
7	Anwendungsschicht	Netzwerkdienste für Anwendungen
6	Darstellungsschicht	Darstellung, Codierung, Kompression, Verschlüsselung
5	Sitzungsschicht	Sitzungen verwalten
4	Transportschicht	Transport zwischen Anwendungen
3	Vermittlungsschicht	IP-Adressierung und Routing
2	Sicherungsschicht	lokale Übertragung mit Frames und MAC-Adressen
1	Bitübertragungsschicht	Bits als Signale übertragen

Wichtig:

Schicht 1 ist die unterste offizielle OSI-Schicht.

Abgrenzung zu Schicht 0

In unserem Lernsystem gibt es vorher das Kapitel Schicht 0.

Schicht 0 ist aber keine offizielle OSI-Schicht.

Bereich	Bedeutung
Schicht 0	Verkabelung, Übertragungsmedien, physische Infrastruktur
OSI-Schicht 1	Bitübertragung, Signale, Pegel, Schnittstellen

Vereinfacht:

Schicht 0 = worüber übertragen wird.

Schicht 1 = wie Bits als Signale übertragen werden.

Beispiel:

Twisted-Pair-Kabel = Schicht 0 / Medium

elektrische Signalübertragung über das Kabel = Schicht 1

Merksatz:

Schicht 0 ist die physische Grundlage.

Schicht 1 überträgt Bits als Signale.

Begriff: Bit

Ein Bit ist die kleinste Informationseinheit in der digitalen Datenverarbeitung.

Ein Bit kann zwei Zustände haben:

0

1

Auf Schicht 1 werden Bits physisch übertragen.

Je nach Technik können diese Zustände dargestellt werden durch:

- elektrische Spannungszustände
- Lichtimpulse
- Funksignale
- Signaländerungen

Merksatz:

Bit = kleinste Informationseinheit.

Begriff: Signal

Ein Signal ist die physische Darstellung von Information.

Auf Schicht 1 werden Bits als Signale übertragen.

Beispiele:

Medium	Signalart
Kupferkabel	elektrische Signale
Lichtwellenleiter	optische Signale
WLAN	elektromagnetische Funksignale

Wichtig:

Schicht 1 kennt keine IP-Adressen,
keine MAC-Adressen
und keine Ports.

Schicht 1 überträgt nur Signale.

Merksatz:

Signal = physische Darstellung von Bits.

Elektrische Signalübertragung

Bei Kupferkabeln werden Bits als elektrische Signale übertragen.

Typische Medien:

- Twisted-Pair-Kabel
- Koaxialkabel

Beispiel:

Bei Ethernet über Twisted Pair werden elektrische Signale über Kupferadern übertragen.

Wichtig:

Die Qualität der elektrischen Übertragung hängt unter anderem von Kabellänge, Kabelqualität, Störungen und Steckverbindungen ab.

Merksatz:

Kupfer überträgt elektrisch.

Optische Signalübertragung

Bei Lichtwellenleitern werden Bits als Lichtsignale übertragen.

Typisches Medium:

Lichtwellenleiter

Andere Bezeichnungen:

Glasfaser

LWL

Fiber

Vorteile:

- hohe Datenraten
- lange Strecken
- geringe Störempfindlichkeit gegenüber elektromagnetischen Einflüssen

Wichtig:

Niemals direkt in eine Glasfaser oder in optische Ports schauen.

Merksatz:

Glasfaser überträgt optisch.

Funkübertragung

Bei WLAN werden Bits über Funk übertragen.

Typische Technik:

IEEE 802.11

Typische Frequenzbereiche:

2,4 GHz

5 GHz

6 GHz

Bei Funkübertragung ist die Signalqualität stark abhängig von:

- Entfernung
- Hindernissen
- Störungen
- Kanalbelegung
- Antennen
- Sendeleistung
- Anzahl der Clients

Merksatz:

WLAN überträgt per Funk.

Begriff: Physische Schnittstelle

Eine physische Schnittstelle ist der konkrete Anschluss oder Übergang zur Übertragung.

Beispiele:

- RJ45-Anschluss
- Glasfaseranschluss
- SFP-Port mit SFP-Modul
- WLAN-Funkschnittstelle
- Netzwerkkarte

Wichtig:

Die physische Schnittstelle stellt die Verbindung zur Übertragungstechnik bereit.

Merksatz:

Physische Schnittstelle = Anschluss zur Datenübertragung.

Netzwerkkarte

Die Netzwerkkarte ist das Bindeglied zwischen Rechner und Netzwerk.

Andere Bezeichnungen:

Netzwerkadapter
NIC
Network Interface Card

Eine Netzwerkkarte kann zum Beispiel sein:

- Ethernet-Netzwerkkarte
- WLAN-Adapter
- Glasfaser-Netzwerkkarte
- Onboard-Netzwerkanschluss
- USB-Netzwerkadapter

Merksatz:

Netzwerkkarte = Schnittstelle zwischen Computer und Netzwerk.

Aufgaben der Netzwerkkarte auf Schicht 1

Auf Schicht 1 ist die Netzwerkkarte für die physische Signalübertragung wichtig.

Typische Aufgaben im Schicht-1-Bezug:

- Bits senden
- Bits empfangen
- Signale erzeugen
- Signale auswerten
- Verbindungsgeschwindigkeit aushandeln
- physische Verbindung herstellen
- Link-Status erkennen

Wichtig:

Moderne Netzwerkkarten haben auch Funktionen, die Schicht 2 betreffen, zum Beispiel MAC-Adresse und Frame-Verarbeitung.

Für Schicht 1 ist aber besonders die physische Übertragung entscheidend.

Merksatz:

Netzwerkkarte überträgt Bits zwischen Computer und Netzwerk.

Begriff: Link

Ein Link ist eine aktive physische Verbindung zwischen zwei Netzwerkkomponenten.

Beispiel:

PC ↔ Switch

Wenn die Link-LED leuchtet, besteht grundsätzlich eine physische Verbindung.

Wichtig:

Link vorhanden bedeutet nicht automatisch, dass IP, DNS oder Internet funktionieren.

Ein Link zeigt zuerst nur:

Die physische Verbindung ist grundsätzlich aktiv.

Merksatz:

Link = aktive physische Verbindung.

Link-LED

Viele Netzwerkgeräte besitzen eine Link-LED.

Diese LED zeigt an, ob eine physische Verbindung erkannt wurde.

Typische Anzeigen:

LED aus:

keine physische Verbindung

LED an:

physische Verbindung vorhanden

LED blinkt:

Datenübertragung oder Aktivität

Wichtig:

Die genaue Bedeutung hängt vom Gerät ab.

Merksatz:

Link-LED hilft bei der Prüfung von Schicht 1.

Übertragungsgeschwindigkeit

Die Übertragungsgeschwindigkeit beschreibt, mit welcher Datenrate eine Verbindung arbeiten kann.

Beispiele:

100 Mbit/s
1 Gbit/s
2,5 Gbit/s
10 Gbit/s

Die mögliche Geschwindigkeit hängt ab von:

- Netzwerkkarte
- Switch-Port
- Kabel
- Stecker
- Patchfeld
- Standard
- Konfiguration
- Signalqualität

Merksatz:

Die langsamste oder ungeeignete Komponente kann die Verbindung begrenzen.

Auto-Negotiation

Auto-Negotiation bedeutet:

Zwei Netzwerkgeräte handeln automatisch aus,
mit welcher Geschwindigkeit und welchem Duplexmodus sie arbeiten.

Dabei wird zum Beispiel ausgehandelt:

- 100 Mbit/s
- 1 Gbit/s
- 2,5 Gbit/s
- 10 Gbit/s
- Halbduplex
- Vollduplex

Wichtig:

Wenn Kabel,
Port
oder Gegenstelle eine Geschwindigkeit nicht unterstützen,
wird eventuell eine niedrigere Geschwindigkeit genutzt
oder es kommt kein stabiler Link zustande.

Merksatz:

Auto-Negotiation = automatische Aushandlung der Verbindungseigenschaften.

Duplexmodus

Der Duplexmodus beschreibt, ob gleichzeitig gesendet und empfangen werden kann.

Modus	Bedeutung
Halbduplex	Senden oder Empfangen, aber nicht gleichzeitig
Vollduplex	Senden und Empfangen gleichzeitig

Moderne geschaltete Ethernet-Verbindungen arbeiten normalerweise mit Vollduplex.

Historisch war Halbduplex besonders bei Hubs wichtig.

Merksatz:

Vollduplex = gleichzeitig senden und empfangen.

Simplex, Halbduplex und Vollduplex

Begriff	Bedeutung	Vergleich
Simplex	nur eine Richtung	Einbahnstraße
Halbduplex	abwechselnd in beide Richtungen	Baustellenampel
Vollduplex	gleichzeitig in beide Richtungen	zweispurige Straße

Prüfungshinweis:

Bei modernen Switch-Verbindungen ist Vollduplex üblich.
Bei alten Hub-Umgebungen war Halbduplex typisch.

Hub

Ein Hub ist ein älteres Netzwerkgerät.

Ein Hub arbeitet auf Schicht 1.

Er verteilt eingehende Signale an alle angeschlossenen Ports.

Das bedeutet:

Ein Signal, das an einem Port eingeht,
wird an alle anderen Ports weitergegeben.

Ein Hub wertet keine MAC-Adressen aus.

Ein Hub wertet keine IP-Adressen aus.

Merksatz:

Hub = Schicht 1, verteilt Signale an alle Ports.

Hub im Vergleich zum Switch

Gerät	typische Schicht	Arbeitsweise
Hub	Schicht 1	verteilt Signale an alle Ports
Switch	Schicht 2	leitet Frames anhand von MAC-Adressen weiter

Wichtig:

Ein Hub ist kein Switch.

Ein Hub ist deutlich einfacher und älter.

Ein Switch ist heute die übliche Komponente im LAN.

Merksatz:

Hub verteilt blind.
Switch entscheidet anhand von MAC-Adressen.

Warum sind Hubs veraltet?

Hubs werden in modernen LANs praktisch nicht mehr eingesetzt.

Nachteile:

- alle Daten werden an alle Ports verteilt
- unnötiger Datenverkehr
- schlechte Netzwerkeffizienz
- nur Halbduplex
- höhere Kollisionsgefahr
- Sniffing einfacher möglich
- keine gezielte Weiterleitung anhand von MAC-Adressen

Moderne Netzwerke verwenden stattdessen Switches.

Merksatz:

Hubs sind durch Switches ersetzt worden.

Kollisionen

Eine Kollision entsteht, wenn mehrere Geräte gleichzeitig auf demselben Übertragungsmedium senden und sich die Signale stören.

Historisch war das besonders bei gemeinsam genutzten Ethernet-Medien und Hubs wichtig.

Bei modernen Switch-Verbindungen mit Vollduplex spielen Kollisionen praktisch keine Rolle mehr.

Merksatz:

Kollision = gleichzeitiges Senden auf gemeinsamem Medium.

Kollisionsdomäne

Eine Kollisionsdomäne ist ein Netzwerkbereich, in dem Kollisionen auftreten können.

Bei einem Hub gehören alle angeschlossenen Geräte zur gleichen Kollisionsdomäne.

Bei einem Switch ist normalerweise jeder Port eine eigene Kollisionsdomäne.

Merksatz:

Hub = eine große Kollisionsdomäne.

Switch = Portweise getrennte Kollisionsbereiche.

CSMA/CD

CSMA/CD steht für:

Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection

Auf Deutsch sinngemäß:

Mehrfachzugriff mit Trägerprüfung und Kollisionserkennung

CSMA/CD wurde bei älteren Ethernet-Umgebungen verwendet, um mit Kollisionen umzugehen.

Grundidee:

Vor dem Senden wird geprüft,
ob das Medium frei ist.

Wenn es trotzdem zu einer Kollision kommt,
wird diese erkannt.

Danach wird später erneut gesendet.

Merksatz:

CSMA/CD = Kollisionserkennung bei älteren drahtgebundenen Ethernet-Umgebungen.

CSMA/CA

CSMA/CA steht für:

Carrier Sense Multiple Access / Collision Avoidance

Auf Deutsch sinngemäß:

Mehrfachzugriff mit Trägerprüfung und Kollisionsvermeidung

CSMA/CA wird bei WLAN verwendet.

Grundidee:

Kollisionen sollen möglichst vermieden werden,
weil sie bei Funk schwerer direkt erkannt werden können.

Merksatz:

CSMA/CA = Kollisionsvermeidung bei WLAN.

CSMA/CD und CSMA/CA im Vergleich

Verfahren	Bedeutung	typischer Bezug
CSMA/CD	Collision Detection	ältere drahtgebundene Ethernet-Umgebungen
CSMA/CA	Collision Avoidance	WLAN

Merksätze:

CD = Collision Detection = Kollisionserkennung.

CA = Collision Avoidance = Kollisionsvermeidung.

Schicht 1 und Fehlersuche

Viele Netzwerkprobleme beginnen auf Schicht 1.

Typische Schicht-1-Probleme:

- Kabel nicht gesteckt
- Kabel defekt
- falsches Kabel
- Port defekt

- Netzwerkkarte deaktiviert
- falsches SFP-Modul
- TX/RX bei Glasfaser vertauscht
- zu lange Kabelstrecke
- schlechte Signalqualität
- WLAN-Signal zu schwach
- Stromversorgung fehlt
- Hub oder Medienkonverter defekt

Merksatz:

Bei Netzwerkproblemen zuerst Schicht 1 prüfen.

Typische Prüfungen auf Schicht 1

Sinnvolle Prüfschritte:

1. Ist das Kabel eingesteckt?
2. Leuchtet die Link-LED?
3. Ist der richtige Port verwendet?
4. Ist das Kabel beschädigt?
5. Ist die Netzwerkkarte aktiv?
6. Wird eine Geschwindigkeit ausgehandelt?
7. Unterstützen beide Seiten dieselbe Geschwindigkeit?
8. Ist das SFP-Modul passend?
9. Sind TX und RX richtig verbunden?
10. Ist das WLAN-Signal ausreichend?

Mögliche Werkzeuge:

- Sichtprüfung
- Kabeltester
- Link-LED
- Switch-Port-Status
- Betriebssystemanzeige
- WLAN-Signalstärke
- LWL-Tester

Merksatz:

Schicht 1 prüft man zuerst physisch und elektrisch/optisch/funktechnisch.

Schicht 1 und höhere Schichten

Ein Fehler auf Schicht 1 kann alle höheren Schichten beeinflussen.

Beispiel:

Wenn kein Link vorhanden ist,
funktionieren auch IP,
TCP,
DNS
und HTTP nicht.

Das bedeutet:

Ohne funktionierende physische Übertragung
kann keine höhere Netzwerkkommunikation stattfinden.

Merksatz:

Ohne Schicht 1 keine höheren Schichten.

Was gehört nicht zu Schicht 1?

Nicht alles, was mit Netzwerk zu tun hat, gehört zu Schicht 1.

Thema	typische Schicht
MAC-Adresse	Schicht 2
Ethernet-Frame	Schicht 2
VLAN	Schicht 2
IP-Adresse	Schicht 3
Routing	Schicht 3
TCP / UDP	Schicht 4
Portnummer	Schicht 4

Thema	typische Schicht
DNS	Schicht 7
HTTP	Schicht 7

Wichtig:

Schicht 1 überträgt Bits.
 Sie wertet keine MAC-Adressen,
 IP-Adressen
 oder Ports aus.

Typische IHK-Fragen

In AP1 und AP2 kann zum Beispiel gefragt werden:

- Welche Aufgabe hat die Bitübertragungsschicht?
- Was wird auf Schicht 1 übertragen?
- Welche Signalarten gibt es?
- Welche Geräte arbeiten auf Schicht 1?
- Was ist ein Hub?
- Warum ist ein Hub kein Switch?
- Was bedeutet Halbduplex?
- Was bedeutet Vollduplex?
- Was bedeutet Auto-Negotiation?
- Was ist CSMA/CD?
- Was ist CSMA/CA?
- Welche Fehler liegen typischerweise auf Schicht 1?
- Warum beeinflusst ein Fehler auf Schicht 1 alle höheren Schichten?

Typische Prüfungsfallen

Schicht 1 überträgt Bits,
 keine IP-Pakete im fachlichen Sinne.

Ein Hub arbeitet auf Schicht 1.

Ein Switch arbeitet typischerweise auf Schicht 2.

Ein Router arbeitet typischerweise auf Schicht 3.

Link vorhanden bedeutet nicht automatisch,
dass IP oder DNS funktionieren.

Ein Kabelproblem kann wie ein IP-Problem wirken.

CSMA/CD gehört zu älteren drahtgebundenen Ethernet-Umgebungen.

CSMA/CA gehört zu WLAN.

Halbduplex und Vollduplex nicht verwechseln.

Auto-Negotiation kann durch Kabel- oder Portprobleme beeinflusst werden.

Wichtige Begriffe kurz erklärt

Begriff	Kurze Erklärung
Bitübertragungsschicht	OSI-Schicht 1, überträgt Bits als Signale
Bit	kleinste Informationseinheit, 0 oder 1
Signal	physische Darstellung von Information
elektrische Signale	Signalübertragung über Kupfer
optische Signale	Signalübertragung über Lichtwellenleiter
Funksignale	drahtlose Signalübertragung
physische Schnittstelle	Anschluss zur Datenübertragung
Netzwerkkarte	Schnittstelle zwischen Computer und Netzwerk
NIC	Network Interface Card, Netzwerkkarte
Link	aktive physische Verbindung
Link-LED	Anzeige für physische Verbindung
Auto-Negotiation	automatische Aushandlung von Geschwindigkeit und Duplex
Halbduplex	abwechselnd senden oder empfangen
Vollduplex	gleichzeitig senden und empfangen
Hub	Schicht-1-Gerät, verteilt Signale an alle Ports
Kollision	gleichzeitiges Senden auf gemeinsamem Medium

Begriff	Kurze Erklärung
Kollisionsdomäne	Bereich, in dem Kollisionen auftreten können
CSMA/CD	Kollisionserkennung bei älteren Ethernet-Umgebungen
CSMA/CA	Kollisionsvermeidung bei WLAN

IHK-sichere Kurzformulierung

Die Bitübertragungsschicht ist Schicht 1 des OSI-Modells. Sie ist für die Übertragung einzelner Bits über ein physisches Medium zuständig. Die Bits werden je nach Medium als elektrische, optische oder elektromagnetische Signale übertragen. Typische Themen sind Netzwerkkarte, physische Schnittstellen, Link, Übertragungsgeschwindigkeit, Duplexmodus, Auto-Negotiation und Hub. Ein Hub arbeitet auf Schicht 1 und verteilt Signale an alle Ports, während ein Switch auf Schicht 2 anhand von MAC-Adressen weiterleitet. Fehler auf Schicht 1 können alle höheren Schichten beeinflussen.

Merksätze

Schicht 1 = Bitübertragungsschicht.

Schicht 1 überträgt Bits als Signale.

Bit = 0 oder 1.

Kupfer = elektrische Signale.

Glasfaser = optische Signale.

WLAN = Funksignale.

Netzwerkkarte = Schnittstelle zwischen Computer und Netzwerk.

Link = aktive physische Verbindung.

Link vorhanden bedeutet nicht automatisch,
dass IP funktioniert.

Auto-Negotiation = automatische Aushandlung.

Halbduplex = abwechselnd.

Vollduplex = gleichzeitig.

Hub = Schicht 1.

Switch = Schicht 2.

Router = Schicht 3.

Hub verteilt Signale an alle Ports.

CSMA/CD = Kollisionserkennung.

CSMA/CA = Kollisionsvermeidung.

Ohne funktionierende Schicht 1
funktionieren die höheren Schichten nicht zuverlässig.
