

## OSI-Modell

### Grundsätzliches zum OSI-Modell

- Es handelt sich nur um eine Struktur → wie ein Papier zur Standardisierung (→ Kompatibilität)
- Entwicklung begann vor der Digitalisierung der Mobilfunknetze
- Es gibt einen Rahmen für Kompatibilität verschiedener Systeme vor → keine expliziten Implementationsvorschriften (→ dies ist Sache des Herstellers des Systems)
- Jeder Hersteller kann z.B. seinen eigenen Ethernettreiber herstellen, er muss nur bezüglich des OSI-Modells kompatibel sein, damit er mit den Treibern anderer Hersteller in einem Netz keine Probleme bekommt
- Architekturmodell → Dienste → Protokolle
- Es kann bereits über Dienste gesprochen werden, ohne zu wissen, wie diese funktionieren
- Hauptgedanke ist das Architekturmodell

### Übersicht

- Endgerät A durchläuft zum Senden einer Nachricht alle Schichten → ein Repeater auf der Wegstrecke arbeitet nur auf der physikalischen Schicht → ein Router braucht die Zieladressen-Informationen, daher muss er bis zur Netzwerkschicht „entpacken“ → Endgerät B durchläuft wieder alle Schichten und empfängt die Nachricht
  - ➔ Instanzen auf derselben Schicht von Endgerät A und Endgerät B (z.B. MPEG-Codierer auf Präsentations-Schicht) „schauen sich in die Augen“ → Peer-to-peer
- Verschiedene Repräsentationen für z.B. IP-Rahmen an verschiedenen Geräten → Netzwerke haben oft verschiedene physikalische Struktur

### Notation

- Betreffende Schicht und darüber/darunter liegende Schicht sind durch SAP (Service Access Points) verbunden → Übergabepunkt / Dienstzugriffspunkt
- Ablauf in einer Schicht:
  - Eine IDU (Interface Data Unit / Schnittstelle-Dateneinheit) wird an die darunterliegende Schicht über die SAP weitergegeben, dabei werden ICI (Interface Control Information / Schnittstellen-Steuerinformationen) mit einbezogen, welche Informationen für die Zusammenarbeit zwischen den Schichten festlegen
  - Diese Dateneinheit wird nun durch Protokolle und deren Anweisungen zu einer SDU (Service Data Unit / Dienst-Dateneinheit)
  - Die SDU wird gemeinsam mit PCI-Daten (Protocol Control Information / Protokoll-Steuerinformationen), welche die Zusammenarbeit zwischen den Peer-Schichten (Schichten „auf Augenhöhe“) regeln, zu einer PDU (Protocol Data Unit / Protokoll-Dateneinheit)
  - Die PDU wird unter Einbeziehung von ICI zur IDU und damit an die nächste Schicht über die SAP weitergegeben
- SDU → Dienst-Dateneinheit, welche in Protokollen verwendet wird
- Beispiele:
  - CRC → Daten, die gesichert werden sollen kommen in den Coder → werden mit CRC-Prüfsumme versehen → Daten + Prüfsumme

- MPEG Videocodierung → Protokoll der MPEG-Codierung benötigt Zusatzinformationen, um die Decodierung durchführen zu können → Daten + Codierungsinformationen
- ➔ Das Denken in den Schichten ist eine Abstraktion → diese wird in verschiedenen Rahmen (z.B. Ethernet, Glasfaser) anders umgesetzt
- Über Empfänger lädt die Zusatzinformationen aus PDU und weiß so, wie z.B. ein Rahmen demoduliert werden muss
- ICI → beim Runterreichen wird noch eine Info zu z.B. Gebühren oder QoS hinzugefügt
- ➔ z.B. ein Paket soll schneller zugestellt werden und man ist bereit, dafür mehr zu bezahlen

### Grundelemente

- Herunterreichen von Grundelement an die nächste, darunter liegende Schicht → Anfrage
- ➔ Man muss sich darauf verlassen → Reaktion gibt über Erfolg Auskunft
- Ein Dienst ist auf einer Schicht angekommen und informiert die darüber liegende Schicht → Benachrichtigung
- Reaktion auf Benachrichtigung von darüber liegender Schicht (Bestätigung oder Vervollständigung der Prozedur) → Antwort
- Grundelement von Schicht, welche die Anfrage erhalten hat, an die darüber liegende Schicht → Bestätigung

### Schicht 1 - Physikalische Schicht

- Aufgabe:
  - mechanische, elektrische, funktionale und prozedurale Mittel für Aufbau, Wartung und Abbau physischer Verbindungen für Bitübertragungen zwischen Datenübertragungsinstanzen bereitstellen
  - Bedeutung der Bits nicht bekannt
  - Leitungscodierung / Kanalcodierung und entsprechende Decodierung
  - Modulation
  - Bitsynchronisation
  - Taktrückgewinnung
- Dienste:
  - Übertragung der Ph-SDU (Ph → Abkürzung für die Schicht, wird vor den Dienstnamen angegeben)
  - Datenverbindungserkennung
  - Mitteilung von Fehlerzuständen
  - Verbindungsendpunkt-Bezeichner
  - Parameter für QoS, Fehlerraten, Verfügbarkeit
- Funktionen:
  - Aufbau und Abbau der physikalischen Verbindung zwischen zwei OSI-Systemen
  - Synchroner oder asynchroner Transport
  - Verwaltung der Aktivitäten
  - ➔ Verbindungsverfügbarkeit kann z.B. über Impedanzen ermittelt werden → dadurch kann die Information, ob z.B. ein Kabel angeschlossen ist, schon erfolgen und andere Schichten erfahren davon nicht erst, wenn gesendet werden soll → sinnvoll, aber nicht vorgeschrieben
- Struktur ist vorgeschrieben → es muss aber nicht jeder Dienst realisiert werden

## Schicht 2 – Sicherungsschicht

- Sequentialisierung → Betrachtung in Rahmen
- Rückwandlung des Bitstroms in klar erkennbare Rahmen → Fehler für SDU höherer Schicht / PCI Peer-to-Peer
- Rahmensynchronisation → Kennung für Synchronisation (z.B. wie achtet man darauf, dass eindeutiges Muster für Synchronisation vorliegt)
- Funktionen:
  - o Herstellung/Freigabe von DL (Data Link)-Verbindung
  - o Fehlerüberwachung / Fehlererkennung (ARQ → erneutes Senden → Productivity, Vorwärtskorrektur → Broadcast & Telco)
  - o Flusststeuerung (dynamische Regelung des DL-SDU-Flusses über die DL-Verbindungen) → stellt Sequenz sicher → Beispiel: Spooler beim Drucken, damit die Aufträge zwischengespeichert werden und der Reihe nach beim Drucker ankommen
- Dienste, um diese Funktionen umzusetzen (→ DL-Flowcontrol)
- Modell der Xon/Xoff Methode:
  - o Sender sendet einen Datenstrom an Empfänger (ohne Zwischenspeicher wird dies nur noch im Festnetz umgesetzt) → dieser lädt zunächst einen Zwischenspeicher, aus dem er die Daten ausliest
  - o Ist der Zwischenspeicher fast voll, sendet der Empfänger ein Xoff-Kommando an den Sender, welcher daraufhin aufhört, Daten zu senden → Begrenzungsrahmen nötig, um Sender mitteilen zu können, dass Speicher vollläuft
  - o Hat der Empfänger genug aus dem Speicher geladen, sodass wieder Platz für neue Daten ist, wird ein Xon-Kommando gesendet, der Sender startet daraufhin wieder die Datenübermittlung
  - o Ständiges Messen nötig, damit Befehle nicht zu spät den Sender erreichen und der Speicher überläuft
- Die Flusststeuerung macht auf einer höheren Ebene keinen Sinn, denn dann liegen die Daten nicht mehr in Rahmen, sondern als Pakete oder z.B. als Bild komplett vor
- Weitere Verfahren zur Flusststeuerung sind z.B. sliding window

## HDLC-Protokoll

- Wurde z.B. für ISDN adaptiert → LAP-D → Abwandlung des Headers im Steuerungsfeld (1 Byte)
- Nutzdaten (SDU) → Aufgabe der Schicht 2 → alles drum herum anordnen (Sicherung, Header), damit alles eingebaut ist (z.B. CRC hinzufügen → Kanalcodierung)  
→ PDU besteht aus Header, Information und Sicherung
- Rahmen werden durch Flags festgelegt → Stuffing, damit Bitmuster der Flags nicht in den Daten auftauchen und somit Rahmen erkannt werden, die keine sind
- Modellbildung:
  - o Sender sendet drei Datenpakete an Empfänger, dieser benachrichtigt den Sender über deren Eingang → Protokollinfo D(3,0) → (gesendet, empfangen)
  - o Empfänger wird zum Sender und schickt ein Paket → D(0,3) → Benachrichtigung + Bestätigung beim Empfänger
  - o Wird die Verbindung unterbrochen und passen dadurch die Zählerstände nicht mehr mit den Werten im Header zusammen, wird ein Recheck des Empfängers gesendet
  - o Der Recheck gibt Auskunft darüber, von wo aus neu gesendet werden muss

- Bsp. Flusststeuerung → Recheck wird solange gesendet, wie der Speicher nicht gefüllt werden soll → Xon, Xoff
  - ➔ Lässt sich auf andere Protokolle aufsetzen
- Produktherstellung → es muss an Anwendung gedacht werden → Entscheidung für Dienste und Protokolle
  - ➔ Kompatibilität = Systeme können mit einander reden

### Schicht 3 – Netzwerkschicht

- Vermittelt zwischen lokalen Netzwerken
- Dynamisches (z.B. Distanz-Vector) oder statisches Routing (z.B. Shortest-Path-Algorithmus)
- Sicherung
  - o dass Pakete ankommen
  - o dass nicht ankommende Pakete vom Netz entfernt werden
  - o Verhindern von Endlosschleifen
- Teilt Pakete je nach darunter liegenden Protokolle in Rahmen auf
- Flusststeuerung
- Keine Leitung, sondern Transportdienst
- Metriken → werden mittlerweile selbst entschieden (früher: Bandbreite, QoS, etc.) → helfen dabei, sich für einen Weg aus mehreren zu entscheiden
  - ➔ Auf Qualität kann man sich dabei nicht immer verlassen
- Spiel zum Distance-Vector-Routing:
  - o Zettel bei Unerreichbarkeit nicht an denselben Router weitergeben → bevorzugt ist jener Router, an dem mehr los ist
  - o Vermittlungstechnik basiert auf Software → Suche in Routingtabellen kann optimiert werden
  - o Es ist nie gesagt, dass die Sequenzen in der richtigen Reihenfolge beim Empfänger eintreffen → Realtime Protokolle auf Schicht 4 kontrollieren dies und korrigieren dies