

# Netzwerktechnik-2

Christian Zahler

## 2 Datenübertragung in Netzwerken

Bei der Datenübertragung in einem Netzwerk laufen viele Vorgänge ab, von denen der Anwender nichts merkt. So werden im meist nicht ganze Dateien übertragen, sondern in vielen Fällen sogenannte Pakete.

Damit ein Paket auch beim Empfänger ankommt, müssen eine Reihe von Informationen mit diesem Paket mitgeschickt werden.

Da die Datenübertragung in jedem Netzwerk sehr komplex ist, teilt man das Problem in Teilprobleme auf. Man unterscheidet sogenannte „Schichten“, die bestimmte Aufgaben erfüllen; im Internet könnte man folgende Schichten unterscheiden:

- **Application** (Anwendung): Benutzerebene (Surfen über WWW, FTP, ...)
- **Transportschicht**: Transport der Meldungen (verlässlich, ...)
- **Netzwerkschicht**: Adressierung, Verwaltung
- **Network Interface**: Daten auf das Medium (Kabel) bringen bzw. vom Medium (abhölen)
- **Hardware**: Lichtwellenleiter, Kupferkabel

Jede Schicht (Teilfunktion) wird durch ein sogenanntes **Protokoll** realisiert; in der Praxis gibt es spezielle Treiber, die die Aufgaben von Protokollen übernehmen (in Windows gibt es etwa die TCP/IP-Treiber).

### 2.1 Das OSI-Referenzmodell

Wie schon mehrfach erwähnt, dominierten zu Beginn der Netzwerkgeschichte die proprietären (herstellerspezifischen) Netzwerke. Es gab mehrere Versuche zur Standardisierung der Netzwerkkonzeption; der vielleicht wichtigste Ansatz ist das OSI-Referenzmodell (*Open Systems Interconnection*), das ab 1977 von der ISO (*International Standard Organization*) entwickelt wurde.

Dieses Modell ist allgemein akzeptiert und bildet die Referenz für viele Hersteller; allerdings müssen heute vielfach Übergangslösungen und Ergänzungen entwickelt werden, da das Modell in verschiedenen Fällen noch nicht ganz fertig, mangelhaft oder gar lückenhaft (Datenschutz, Netzwerkmanagement) ist. Zudem ist zu bemerken, dass das OSI-Modell für PC-Netze im Allgemeinen zu umfassend ist; nichtsdestoweniger realisieren alle heute eingesetzten Produkte bestimmte Untermengen der durch das OSI-

Referenzmodell festgelegten Funktionen. Der Sinn eines generellen Modells zur Beschreibung der Netzwerkarchitektur ist die Beschreibung des Weges von Daten zwischen zwei Anwendungen (letztlich tauschen nämlich Anwendungen immer Daten aus), um die Kommunikation in heterogenen Umgebungen zu vereinfachen. Damit dieses Modell möglichst breit verwendet werden kann, muss es einen gewissen Abstraktionsgrad besitzen. Es geht schließlich auch darum, durch einen modularen Aufbau das Netz genügend detailliert und produktübergreifend zu beschreiben. Das OSI-Modell bedient sich dazu einer Struktur, welche die Kommunikation im Netz in sieben aufgabenbezogene Schichten aufteilt. Jede Schicht übernimmt eine gewisse Anzahl von Funktionen und kann Dienstleistungen für die übergeordnete Schicht erbringen (siehe Tabelle).

Im Folgenden sollen die einzelnen Schichten nun noch etwas genauer gesprochen werden:

#### Application Layer (Anwendungsschicht)

Dank der Anwendungsschicht können die Benutzeranwendungen auf die vom Netzwerk zur Verfügung gestellten Dienste zugreifen.

#### Funktion

- Benutzerschnittstelle

#### Presentation layer (Darstellungsschicht)

Die Darstellungsschicht setzt die Daten der Anwendungsebene in ein Zwischenformat um. Diese Schicht ist auch für Sicherheitsfragen zuständig. Durch sie werden Dienste zur Verschlüsselung von Daten bereitgestellt und gegebenenfalls Daten komprimiert.

#### Funktionen

- Übersetzung, Verschlüsselung, Kompression

#### Session layer (Sitzungsschicht)

Diese Schicht ermöglicht zwei Anwendungen auf verschiedenen Computern, eine gemeinsame Sitzung aufzubauen, damit zu arbeiten und sie zu beenden. Sie übernimmt ebenfalls die Dialogsteuerung zwischen den beiden Computern einer Sitzung und regelt, welcher der beiden wann und wie lange Daten überträgt.

#### Funktionen

- Erstellung einer Verbindung, Datenübertragung, Freigabe von Verbindungen, Dialogsteuerung

#### Transport layer (Transportschicht)

Die Transportschicht stellt die zuverlässige Auslieferung der Nachrichten sicher und erkennt sowie behebt allfällige Fehler. Sie ordnet bei Bedarf auch die Nachrichten in Paketen neu, indem sie lange Nachrichten zur Datenübertragung in kleinere Pakete aufteilt. Am ende des Weges stellt sie die kleinen Pakete wieder zur ursprünglichen Nachricht zusammen. Die empfangene Transportebene sendet auch eine Empfangs bestätigung.

#### Funktionen

- Adressierung, Transportkontrolle, Paketbildung

#### Network layer (Vermittlungsschicht)

Die Vermittlungsebene bearbeitet die zirkulierenden Nachrichten und setzt logische Adressen und Namen in physikalische Adressen um Sie legt auch den Weg vom sendenden Computer über das Netzwerk zum Zielcomputer fest. Zudem kümmert sie sich um die Optimierung des Nachrichtenverkehrs (zum Beispiel durch Umschalten oder Festlegen der Leistungswege und der Steuerung der Belastung durch Datenpakete in komplexeren Netzwerken).

#### Funktionen

- Internetworking, Routing, Netzwerkkontrolle

#### Data Link layer (Sicherungsschicht)

Die Sicherungsschicht erstellt auf der Basis der Rohdaten aus der physikalischen Ebene die verschiedenen zu übertragenen Pakete. Die Sicherungsebene ist zuständig für die fehlerfreie Übertragung der Pakete: nach dem Senden eines Paketes wartet die Sicherungsebene auf eine Empfangsbestätigung der Zieladresse. Wird ein Paket nach einer bestimmten Zeit nicht bestätigt, wo wird es erneut gesendet.

#### Funktionen

- Medienzugriff, Physikalische Adressierung, Paketbildung, Flusskontrolle, Fehlerprüfung

#### Physical layer (Physikalische Schicht)

Die physikalische Ebene übernimmt die Übertragung der Bits zwischen den einzelnen Netzwerkknoten und steuert die Übermittlung des Datenstroms über das Übertragungsmedium. Diese Ebene legt fest, wie das Kabel an die Netzwerkkarte angeschlossen wird, mit welcher Übertragungstechnik die Daten über das Kabel gesendet werden und wie die einzelnen Bits synchronisiert und geprüft werden.

	OSI-Referenzmodell	Synonyme	Beschreibung	Beispiel LAN
7	<b>Application Layer</b>	Anwendungsschicht	Anwendungsunterstützende Dienste, Netzwerkverwaltung	Betriebssystem (Windows, Linux, etc.) und dessen Netzwerk-Dienste.
6	<b>Presentation Layer</b>	Präsentationsschicht, Darstellungsschicht	Umsetzung von Daten in Standardformate, Interpretation dieser gemeinsamen Formate	
5	<b>Session Layer</b>	Sitzungsschicht, Kommunikationssteuerung	Prozess-zu-Prozess-Verbindung	
4	<b>Transport Layer</b>	Transportschicht	Logische Ende-zu-Ende-Verbindungen	Netzwerk-Protokolle und Zusatz-Software (NetBEUI, IPX/SPX, TCP/IP etc.)
3	<b>Network Layer</b>	Netzwerkschicht, Vermittlungsschicht	Wegbestimmung im Netz (Datenflusskontrolle)	
2	<b>Data Link Layer</b>	Verbindungsschicht, Sicherungsschicht	Logische Verbindungen mit Datenpaketen, Elementare Fehlerkorrektur	Netzwerkkarten-Treiber, Netzwerkkarte und Verkabelung
1	<b>Physical Layer</b>	Physikalische Schicht, Bitübertragungsschicht	Nachrichtentechnische Hilfsmittel zur Bitübertragung	

**Funktionen**

- Übertragungsmedium, Übertragungsgeräte, Netzwerk-Architektur, Datensignale

Bei der Kommunikation zweier Computer über ein Netzwerk werden die Informationen grundsätzlich ebenenweise ausgetauscht. So kommuniziert zum Beispiel die Transportebene eines Computers mit der Transportebene des anderen Computers. Für die Transportschicht des ersten Computers ist es ohne Bedeutung, wie die eigentliche Kommunikation in den unteren Ebenen des ersten Computers, dann über die physikalischen Medien und schließlich durch die unteren Ebenen des zweiten Computers abläuft:

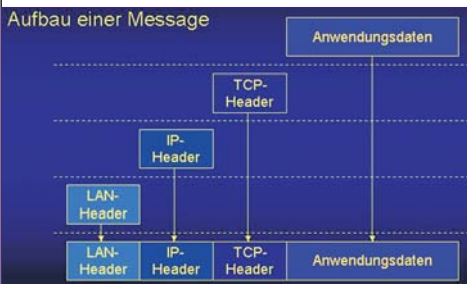
Die untersten vier Schichten werden auch als "datenflussorientierte Schichten" bezeichnet, die oberen drei Schichten stellen die "Anwendungsschichten" dar.

Die Vorteile des OSI-Referenzmodelles sind die leichte Analyse, der (relativ) systematische Entwurf und die Vermeidung von Doppelfunktionalität, die unabhängige Bearbeitung der Komponenten (Modularisierung), die leichtere Austauschbarkeit (Connectivity!) sowie die vereinfachte Fehlerbestimmung. So gesehen widerspiegelt das OSI-Referenzmodell die Modularisierungsphilosophie, wie man sie in vielen Bereichen der Ingenieurwissenschaften findet. Das OSI-Referenzmodell ist allerdings die Idealvorstellung eines Netzwerkbetriebs, und es gibt nur wenige Systeme, die sich genau an das Modell halten. Das Modell wird jedoch häufig für Diskussionen und den Vergleich von Netzwerken herangezogen und ist – wie schon gesagt – bei der Fehlerlokalisierung von großem Nutzen.

Die englischen Namen der einzelnen Schichten lassen sich durch zwei „Eselbrücken“ leichter merken:

„Please Do Not Throw Salami Pizza Away“ und in umgekehrter Reihenfolge „All People Seem To Need Data Protocols“

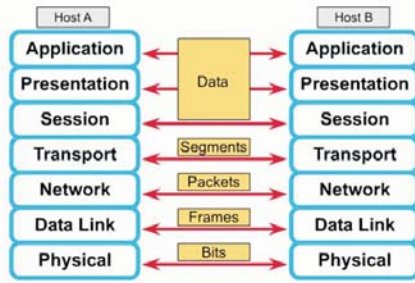
Jede Schicht fügt spezielle Adress- und Protokollinformationen (sogenannte „Header“) zu den eigentlichen Daten hinzu. Dadurch wird das Datenpaket immer größer. Beim Empfänger durchläuft das Datenpaket die Protokolle in umgekehrter Reihenfolge, wobei die Daten dabei sozusagen „ausgepackt“ werden.



**2.2 TCP/IP-4 Schichten-Modell (DoD-Modell)**

Dieses Modell stellt eine Vereinfachung des OSI-Modells dar, da es bewusst auf die Netzwerkprotokollsuite TCP/IP zugeschnitten wurde. Das Modell wurde ursprünglich vom US-amerikanischen Department of Defense entwickelt.

Die obersten drei Schichten sind zur **Anwendungsschicht** zusammengefasst; die hardwarenahen unteren beiden Schichten bilden die **Verbindungsschicht**.



Quelle: CISCO Systems, Inc.

**Protokolle der Anwendungsschicht (Beispiele)**

- **HTTP** = *Hypertext Transfer Protocol*: Surfen im WWW
- **FTP** = *File Transfer Protocol*: Upload und Download von Dateien
- **SMTP** = *Simple Mail Transfer Protocol*: Protokoll zum Senden von Mails (funktioniert nur, wenn Online!)
- **POP3** = *Post Office Protocol*, version 3: Protokoll zum Abholen von Mails (mit User- und Passwortabfrage)
- **NNTP** = *Network News Transfer Protocol*: Protokoll zum Arbeiten mit Newsgroups
- **Telnet**: Sitzung auf einem Remote Server (Terminal-Modus)
- **DNS**: Auflösung von Namen in IP-Adressen und umgekehrt

**2.3 Aktive Netzwerkkomponenten**

**Repeater (Verstärker) OSI-Schicht 1**

Repeater dienen innerhalb eines lokalen Netzes zur Signalverstärkung, so kann die Ausdehnung eines Netzes erhöht werden; allerdings müssen dabei die beiden Netze das gleiche Protokoll verwenden. Repeater-Regel (5-4-3-Regel): Es dürfen nicht mehr als fünf (5) Kabelsegmente verbunden werden. Dafür werden vier (4) Repeater eingesetzt. An nur drei (3) Segmente, dürfen Endstationen angeschlossen werden.

**Bridge (Brücke) OSI-Schicht 2**

Eine Bridge kann zwei gleichartige Netzwerke mit unterschiedlichen (oder gleichen) Topologien miteinander verbinden, unter der Voraussetzung, dass beide Netze das gleiche Protokoll und die gleiche logische Adressierung verwenden. So kann z.B. ein TCP/IP-Netzwerk mit einer Ethernet-Topologie mit einem TCP/IP-Netzwerk auf Token-Ring-Basis verbunden werden. Bridges können ebenfalls verwendet werden, wenn es darum geht, größere Distanzen zwischen LANs zu überbrücken; in diesem Fall spricht man von Remote Bridges.

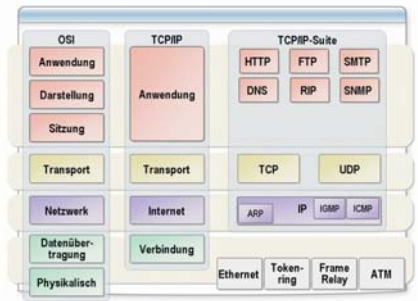
**Router (Wegwähler) OSI-Schicht 3**

Ein Router verbindet normalerweise Netzwerke, welche eine unterschiedliche logische Adressierung, aber einheitliche Protokolle verwenden. Router werden häufig WAN-Zusammenhang eingesetzt. Allerdings gibt es heute auch andere Einsatzmöglichkeiten für Router – z.B. für die Anbindung eines LANs ans Internet, wobei der (ISDN-)Router automatisch das Anwählen des Internet-Providers übernimmt.

**Gateway (Einfahrt) OSI-Schicht 7**

Ein Gateway verbindet zwei unterschiedliche Netzwerke mit zwei separaten Protokollen miteinander (Achtung: in der Terminologie

von TCP/IP bezeichnet das Gateway einen Router). Ein spezieller Kommunikationsserver übernimmt die Aufgabe, die ungleichen



Gegenüberstellung des OSI 7 Schicht- und des TCP/IP-Netzwerkmodells (Quelle: Microsoft)

Protokolle und Datentransfermethoden miteinander zu verbinden. Gateways sind ebenfalls ein probates Mittel, LANs mit Hostsystemen zu verbinden.

**2.4 Vermittlungstechniken**

**1. Leitungsvermittlung (Circuit Switching, Line Switching, Durchschaltvermittlung)**

- Aufbau eines durchgehenden, nicht-speichernden Übertragungskanal (Leitung) zwischen den Endsystemen.
- Übertragungsverzögerungen sind auf physikalisch bedingte signaltechnische Laufzeiten beschränkt
- Bitfolgen werden reihenfolgegetreu übertragen, damit wird die Absenderreihenfolge beim Empfänger beibehalten (wire-like)
- Vermittlung in den Zwischensystemen erfordert keine zusätzliche Kontrollinformation zur Adressierung

Bei diesem Verfahren steht immer eine dedizierte Leitung mit garantierter Datenrate zur Verfügung. Einsatz in klassischen Telekommunikationsnetzen (z.B. ISDN).

**2. Paketvermittlung (Packet Switching)**

Vermittlung aufgrund von Vermittlungsinformation in den Dateneinheiten (Paket): Zieladresse (in Datagrammen) oder lokale Kennung (bei virtuellen Verbindungen)

- Zwischensysteme verfügen über Speicher
- Es besteht i.A. keine feste Zeitbeziehung zwischen den einzelnen zu vermittelnden Dateneinheiten.
- Geschwindigkeitsanpassung zwischen unterschiedlich leistungsfähigen Endgeräten ist möglich.
- Für kleinere Pakete wird oft die "Virtual Circuit"-Technologie verwendet.

**3. Nachrichtenvermittlung (Message Switching)**

- Einheiten der Vermittlung entsprechen hier anwendungsorientierten Gesichtspunkten und werden oft als Nachricht bezeichnet.
- Eine Nachricht wird typischerweise mittels mehrerer Dateneinheiten vermittelt (Segmentierung und Reassemblierung)
- Im Gegensatz zur Paketvermittlung werden Nachrichten in den Zwischensystemen wieder zusammengesetzt (reassembliert). Hieraus folgt, dass alle Dateneinheiten, die zu einer Nachricht gehören, an das gleiche nächste Zwischensystem weitergeleitet werden müssen. Die Nachrichten selbst müssen nicht alle den gleichen Weg folgen. Die Ende-zu-Ende-Verzögerung ist im Vergleich zur Paketvermittlung deutlich höher.

Die Bandbreite wird bei dieser Technologie besser genutzt als bei der Leitungsvermittlung. Typisch ist das "Store-and-Forward"-Prinzip: Nachrichten werden bei jedem Vermittlungsknoten zwischengespeichert. Dadurch können Prioritäten festgelegt werden; ein Nachteil ist aber, dass für die Zwischenspeicherung oft große Massenspeicher nötig sind.