

Netzwerktechnik

Schichtenmodelle

Semester 1 Modul 2.1

1. Funktionsweise.....	3
2. ISO/OSI-7-Schichtenmodell.....	4
2.1 Schicht 7 – Anwendungsschicht / Application Layer.....	4
2.2 Schicht 6 – Darstellungsschicht / Presentation Layer.....	5
2.3 Schicht 5 – Sitzungs- bzw. Kommunikationsschicht / Session Layer.....	5
2.4 Schicht 4 – Transportschicht / Transport Layer.....	5
2.5 Schicht 3 – Netzwerk- bzw. Vermittlungsschicht / Network Layer.....	5
2.5.1 Vermittlungsarten.....	6
2.5.2 Protokolle und Wegfindung.....	6
2.6 Schicht 2 – Sicherungsschicht / Data Link Layer.....	6
2.7 Schicht 1 – Bitübertragungsschicht / Physical Layer.....	6
2.7.1 Codierungsverfahren (erweitert).....	7
2.7.2 Modulationsverfahren (erweitert).....	7
2.7.3 Topologien (erweitert).....	7
2.7.4 Multiplexing.....	8
3. TCP/IP Modell.....	9
3.1 Schicht 1 – Netzzugriff.....	9
3.2 Schicht 2 – Vermittlung.....	9
3.3 Schicht 3 – Transport.....	9
3.4 Schicht 4 – Anwendung.....	9

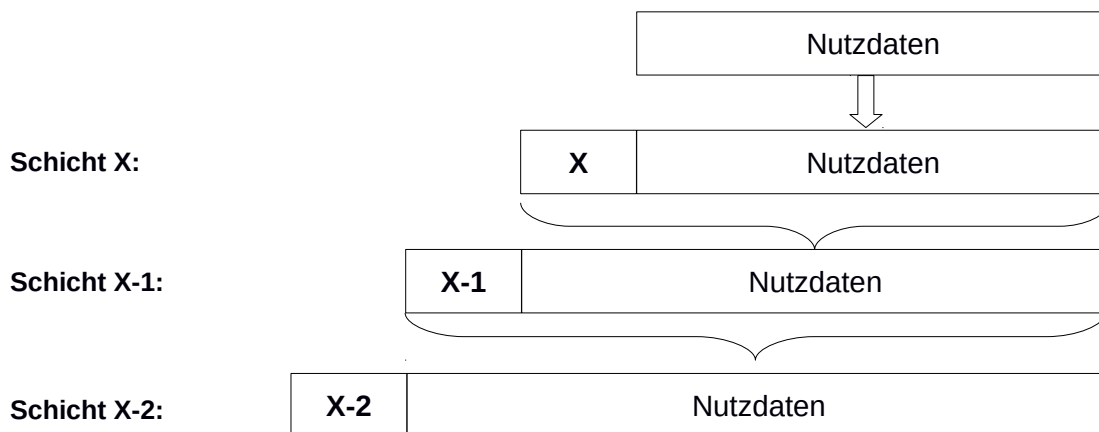
1. Funktionsweise

Ein Schichtenmodell **teilt einen komplexen Ablauf** in mehrere abgeschlossene, übersichtlichere Teilabläufe. Die Schichten kommunizieren dabei jeweils mit der darunter liegenden und der darüber liegenden Schicht.

Durch **genormte Schnittstellen** zwischen den Schichten kann es viele Implementierungen für eine Schicht geben. Eine konkrete Implementierung einer Schicht nennt man **Protokoll**.

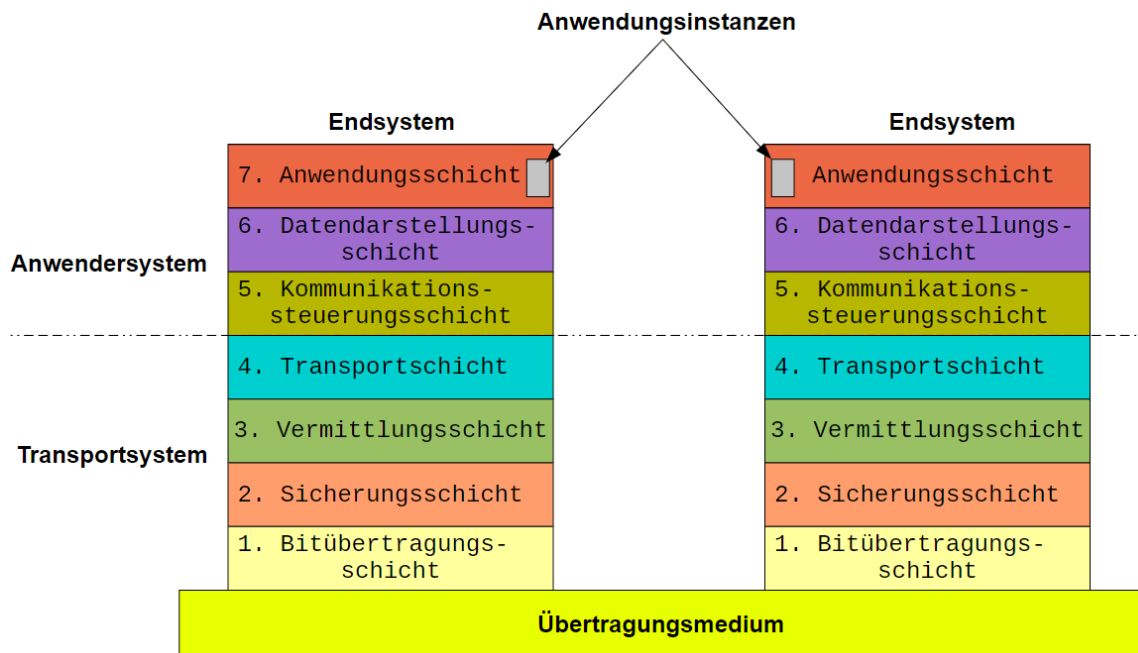
Jede Schicht erfüllt eine gewisse **Aufgabe**, die durch die Trennung von den anderen insgesamt zu erfüllenden Aufgaben leichter zu implementieren und zu warten ist.

Die Daten, die ein Kommunikationsteilnehmer versenden möchte, nennt man **Nutzdaten** (oft auch Nutzlast oder payload). Diese Daten werden nun an die oberste Schicht im Schichtenmodell übergeben. Das Protokoll dieser Schicht erfüllt seine Aufgaben und **fügt dafür benötigte Daten hinzu**. Die so erweiterten Daten werden danach als Nutzdaten an die darunterliegende Schicht weitergegeben.



Die Steuerungsdaten, die ein Protokoll zu den ihm übergebenen Nutzdaten hinzufügt, zählen also für die darunter liegende Schicht zu den Nutzdaten dazu. Man nennt das **Datenkapselung**. Die Steuerungsdaten werden wie in der obigen Grafik meist vorangestellt, man spricht von einem **Header**. Sie können aber auch dahinter als Footer oder Trailer angehängt werden.

2. ISO/OSI-7-Schichtenmodell



2.1 Schicht 7 – Anwendungsschicht / Application Layer

Der Application Layer definiert die **Schnittstelle zur Anwendung**, die selbst nicht Teil des Schichtenmodells ist. Nachdem viele unterschiedliche Anwendungen sehr viele verschiedene Aufgaben erfüllen, gibt es auch eine **Vielzahl an Protokollen**.

Durch die Spezifikation eines Protokolls können Anwendungen unterschiedlicher Hersteller verwendet werden, solange sie sich an das vereinbarte Protokoll halten.

Ein Beispiel:

Es gibt Webbrowser von unterschiedlichen Herstellern (Chrome, Firefox, Opera, Safari, etc.). Alle verwenden das HTTP (Hyper Text Transfer Protocol), um Webseitendaten abzurufen. **HTTP ist das Protokoll, der Browser die Anwendung dazu.**

Die obersten drei Schichten des ISO/OSI-Modells werden von vielen Protokollen zusammengefasst.

Weitere bekannte Layer-7-Protokolle sind IMAP, POP3, SMTP, FTP, Telnet, SSH, NTP

Recherchiere, wofür diese Protokolle verwendet werden!

2.2 Schicht 6 – Darstellungsschicht / Presentation Layer

Die Aufgabe der Darstellungsschicht ist die **Aufbereitung der Daten** für den Application Layer. So können z.B. Komprimierung und Dekomprimierung, aber auch **Konvertierung** von Zeichensätzen (UTF-8, ASCII,...) vorgenommen werden.

Nachdem wie oben erwähnt viele Layer-7-Protokolle diese Schicht mitimplementieren ist eine Auflistung von Protokollen des Layer 6 schwierig.

2.3 Schicht 5 – Sitzungs- bzw. Kommunikationsschicht / Session Layer

Die Sitzungsschicht ist für **Authentifizierung** (z.B. mittels Benutzername und Passwort) und für die **Ablaufsteuerung von Dialogen** (Request und Response) zuständig. Es gibt **Sicherungspunkte** (Fixpunkte, Check Points), an denen die Kommunikation fortgesetzt werden kann, wenn die zugrundeliegende Verbindung unterbrochen wurde.

Ein prominenter Vertreter ist das **RPC** Protokoll (Remote Procedure Call), mit dem auf entfernten Rechnern Abläufe gesteuert werden können.

2.4 Schicht 4 – Transportschicht / Transport Layer

Der Layer 4 stellt einen **virtuellen Transportkanal** zur Verfügung. So werden Verbindungen zwischen einzelnen **Anwendungen** auf den Endsystemen hergestellt. Wenn auf einem Endsystem mehrere Anwendungen laufen müssen diese einzeln über eine bestimmte Adresse angesprochen werden können.

Der Layer 4 ist auch für die **Segmentierung** zuständig, das heißt für die Aufteilung der Nutzdaten in einzelne „Portionen“, die dann an die untere Schicht weitergegeben werden können.

Diese „Portionen“ können in den unteren Schichten unterschiedliche Wege nehmen und daher auch in unterschiedlicher Reihenfolge am Ziel ankommen. Eine Hauptaufgabe des Layer 4 ist es, die Pakete wieder in die **richtige Reihenfolge** zu bringen.

Wird sichergestellt, dass alle Daten korrekt empfangen werden, so spricht man von **zuverlässigen Verbindungen**. Ist das nicht der Fall, handelt es sich um **unzuverlässige Verbindungen**. Die Übertragung wird durch dadurch effizienter.

Die am meisten verbreiteten Vertreter von Layer-4-Protokollen sind **TCP** und **UDP**.

2.5 Schicht 3 – Netzwerk- bzw. Vermittlungsschicht / Network Layer

Die Aufgabe des Layer 3 ist es, für die Daten einen Weg durch das Netzwerk bis zum Zielendgerät zu „suchen“. Die Daten werden „vermittelt“. Man kann sagen, der Layer 3 verbindet mehrere Layer-2-Netzwerke miteinander.

2.5.1 Vermittlungsarten

Leitungsvermittlung:

Bei der Leitungsvermittlung (circuit switching) wird **eine Verbindung** für die Datenübertragung „**durchgeschaltet**“. Das heißt alle Pakete einer Kommunikation nehmen den **gleichen Weg** durch das Netzwerk. Die geschaltete Verbindung bleibt auch dann bestehen, wenn gerade keine Daten versendet werden.

Sollen mehrere Verbindungen gleichzeitig möglich sein, wird auch eine entsprechende Anzahl an Übertragungswegen benötigt.

Paketvermittlung:

Die Daten wurden ja am Layer 4 in einzelne „Portionen“ aufgeteilt. Man spricht von Segmentierung. Diese Datenpakete werden jetzt individuell vermittelt (packet switching), das heißt sie können **unterschiedliche Wege** durch das Netzwerk nehmen. Die Pakete werden **geroutet**.

So kann **ein Übertragungsweg für mehrere Verbindungen** verwendet werden, weil die Leitung ja nicht wie beim circuit switching für eine Verbindung „reserviert“ werden muss. Die Datenpakete werden einfach hintereinander übertragen.

2.5.2 Protokolle und Wegfindung

Am Layer 3 gab es früher eine große Protokollvielfalt, es hat sich aber de facto ein einziges Protokoll durchgesetzt, nämlich **IP**. Es gibt IP in der Version **IPv4** und **IPv6**.

Ist ein Netzwerk sehr klein, kann der Netzwerkadministrator die Wege durch das Netzwerk manuell einstellen. Man spricht von **statischem Routing**. Wird ein Netzwerk größer ist diese Variante nicht mehr praktikabel, es werden dann automatische Mechanismen, sogenanntes **dynamisches Routing**, verwendet.

2.6 Schicht 2 – Sicherungsschicht / Data Link Layer

Auf dieser Schicht kommunizieren die Netzwerkteilnehmer direkt miteinander. Es werden **physikalische Adressen** verwendet.

Eine Hauptaufgabe ist die **fehlerfreie und zuverlässige Übertragung** zu gewährleisten. D.h. es wird z.B. mittels Prüfsummen sichergestellt, dass die Übertragung der Bits am Layer darunter funktioniert hat.

Weiters regelt die Schicht 2 den **Zugriff auf das Übertragungsmedium**.

2.7 Schicht 1 – Bitübertragungsschicht / Physical Layer

In der Schicht 1 wird definiert, wie **einzelne Bits** über ein Medium übertragen werden sollen. Das beinhaltet **elektrische oder optische Definitionen** (Spannungspegel,

Wellenlängen,...), Codierungs- **und Modulationsverfahren** und **mechanische Eigenschaften** wie zum Beispiel Steckverbindungen.

Auch die **Topologie** die **Betriebsart** eines Netzwerks werden auf der Schicht 1 festgelegt.

2.7.1 Codierungsverfahren (erweitert)

Die Daten werden ja zur Übertragung in Bits dargestellt. Ein Bit ist die kleinste Informationseinheit und hat genau zwei Zustände (umgangssprachlich oft 0 und 1). Die naive Herangehensweise wäre jetzt für jeden Zustand einen Spannungspegel zu definieren, z.B. 0 = 0V, 1 = 5V

Dieses Verfahren bringt aber einige Probleme mit sich: Das Signal selbst enthält keine Information über den Takt, d.h. wann endet die Übertragung eines Bits und die des nächsten beginnt. Vorallem problematisch sind Datensequenzen, in denen der gleiche Zustand mehrmals hintereinander übertragen werden muss.

Recherche: Stelle die Codierungsverfahren „Non Return to Zero“, „Return to Zero“ und „Manchester“ grafisch dar.

2.7.2 Modulationsverfahren (erweitert)

Von Modulation spricht man, wenn ein Datensignal auf ein Trägersignal „aufmoduliert“ wird. Das kann z.B. über Änderung der Amplitude oder der Frequenz des Trägersignals realisiert werden.

Recherche: Stelle ein Beispiel für Amplitudenmodulation und eines für Frequenzmodulation grafisch dar!

2.7.3 Topologien (erweitert)

Die Topologie beschreibt, wie die einzelnen Netzwerkteilnehmer untereinander verbunden werden.

Die 6 Grundtopologien sind:

- Bus
- Stern
- Ring
- Vermascht
- Linie
- Zellen

Recherche: Stelle die Grundtopologien grafisch dar!

In der Praxis werden meist Topologien verwendet, die sich aus den Grundtopologien zusammensetzen (z.B. Baum).

2.7.4 Multiplexing

In der Netzwerktechnik unterscheidet man zwischen drei Multiplexing Betriebsarten:

Simplex: Die Datenübertragung ist nur in eine Richtung möglich

Halb-duplex: Die Datenübertragung ist in beide Richtungen möglich, aber zu einem Zeitpunkt kann nur ein Kommunikationsteilnehmer senden. Es können also nicht mehrere Teilnehmer gleichzeitig senden.

Duplex oder Voll-duplex: Die Datenübertragung ist in beide Richtungen gleichzeitig möglich.

Recherche: Finde Beispiele aus dem Alltag für Simplex, Halb-duplex und Voll-duplex Übertragungen!

3. TCP/IP Modell

Das TCP/IP Modell hat **vier Schichten**. Es ist daher etwas **einfacher** als das ISO/OSI-Modell und bildet die Realität der meisten Netzwerkübertragungen besser ab. Wir werden daher in Zukunft hauptsächlich das TCP/IP Modell verwenden.

3.1 Schicht 1 – Netzzugriff

Die Netzzugriffsschicht entspricht den **ersten beiden Schichten im ISO/OSI-Modell**.

Das am meisten verbreitete Protokoll auf der Schicht 1 ist **Ethernet**. Ethernet verwendet **MAC-Adressen** als physikalische Adressen.

Das Netzwerkgerät, das auf Schicht 1 operiert, ist der **Switch**.

3.2 Schicht 2 – Vermittlung

Die Vermittlungsschicht entspricht der **dritten Schicht des ISO/OSI-Modells**. Auf ihr wird vorwiegend das Protokoll **IP** verwendet. IP verwendet als logische Adressen **IP-Adressen**.

Das Netzwerkgerät, das auf Schicht 2 operiert, ist der **Router**. Wobei festzuhalten ist, dass Router auf auch Funktionalitäten aus der Transportschicht beherrschen.

3.3 Schicht 3 – Transport

Die Transportschicht entspricht der **vierten Schicht des ISO/OSI-Modells**. Die gängigsten Protokolle sind **TCP** und **UDP**, die als Adressen **Ports** verwenden.

Klassische **Firewalls** arbeiten auf der Transportschicht. Moderne Firewalls können aber auch die Anwendungsschicht analysieren und so Netzwerkverkehr filtern.

3.4 Schicht 4 – Anwendung

Die Schichten 5 bis 7 des ISO/OSI-Modells werden in der Anwendungsschicht zusammengefasst.

Aufgabe: Erstelle eine grafische Gegenüberstellung zwischen TCP/IP Modell und ISO/OSI-Modell!

3.5 Kommunikationsbeispiel

Die Benutzerin ruft im Browser eine Webseite auf. Der Browser generiert ein HTTP-Paket, also ein Paket der Schicht 4. Dieses wird als Nutzdaten an die Schicht 3 übergeben.

Die Schicht 3 segmentiert (zerteilt) das Paket, fügt neben anderen auch Adressierungsdaten (Ports) hinzu und übergibt die einzelnen **Segmente** als Nutzdaten an die Schicht 2.

Die Schicht 2 sucht einen Weg durch das Netzwerk bis zum Zielgerät und fügt unter anderem Adressdaten (IP-Adressen) hinzu. Das so entstandene **Paket** wird als Nutzdaten an die Schicht 1 weitergegeben.

Auf der Schicht 1 werden zu den Daten unter anderem physikalische Adressdaten (MAC-Adressen) hinzugefügt, die Daten in Bits übersetzt. Das so entstandene **Frame** wird über das Medium übertragen.

Aufgabe:

Verwende das Programm Wireshark um den Kommunikationsablauf bei einem Webseitenaufruf zu speichern. Am besten rufst du eine unverschlüsselte Seite auf.

In wie viele Frames wurde die Antwort des Webserver „verpackt“?

Schau dir ein Ethernet Frame aus deiner Kommunikation genau an. Finde Ziel- und Quell-MAC-Adressen, Ziel- und Quell-IP-Adressen und Ziel- und Quell-Ports!