

Schichtenmodell im Überblick

Ausgangslage



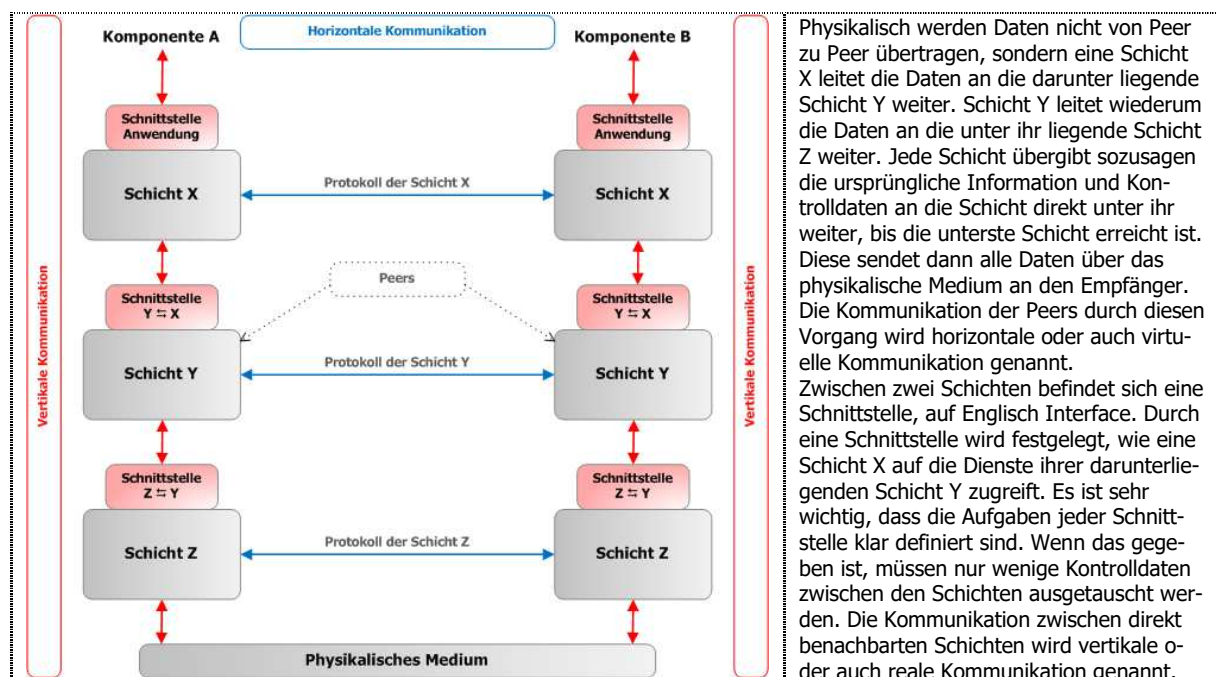
Damit Komponenten in einem Netzwerk Daten austauschen können, müssen einige Regeln festgelegt werden. Wenn zudem noch die Kompatibilität zwischen Komponenten unterschiedlicher Hersteller gewährleistet sein soll, sind standardisierte Verfahren gefragt.

Solche Regeln und Verfahren lassen sich am besten in einem Modell beschreiben. Die meisten Hersteller von Netzwerkkomponenten und Kommunikationsverfahren halten sich heute an das ISO/OSI-Referenzmodell oder an das TCP/IP-Kommunikationsmodell. Das TCP/IP-Kommunikationsmodell gilt in der aktuellen Kommunikationslandschaft als de facto Standard. Bei beiden Modellen handelt es sich um sogenannte *Layered Models* (geschichtete Modelle).

Was ist ein Schichtenmodell?

Ein Schichtenmodell hat die Aufgabe, den ganzheitlichen Kommunikationsprozess in einzelne Schichten - auf Englisch *Layer* - aufzuteilen. Dadurch wird die Gesamtkomplexität aufgeschlüsselt und auf die einzelnen Schichten verlagert. Jede Schicht arbeitet unabhängig, hat eine klar definierte Aufgabe und stellt der über ihr liegenden Schicht einen Dienst zur Verfügung. Die übergeordnete Schicht nimmt diesen Dienst in Anspruch, um über diesen Weg Daten an eine Nachbarkomponente zu schicken. Die Kommunikation zwischen den Schichten findet über festgelegte Schnittstellen statt. Dabei unterhält sich Schicht x einer Komponente A mit Schicht x einer Komponente B. Die Regeln, nach denen diese Kommunikation abläuft, werden anhand von Protokollen festgelegt. Grundsätzlich sind Protokolle Konventionen, an die sich zwei Gesprächspartner halten müssen, damit die Kommunikation reibungslos funktionieren kann.

Ein grosser Vorteil dieses Modells besteht darin, dass jede Schicht austauschbar ist, ohne dass die andere davon betroffen ist. Soll zum Beispiel anstelle eines Twisted-Pair-Kabels ein Glasfaserkabel eingesetzt werden, braucht nur die entsprechende Schicht verändert zu werden. Die übrigen Schichten bleiben von dieser Veränderung unberührt.

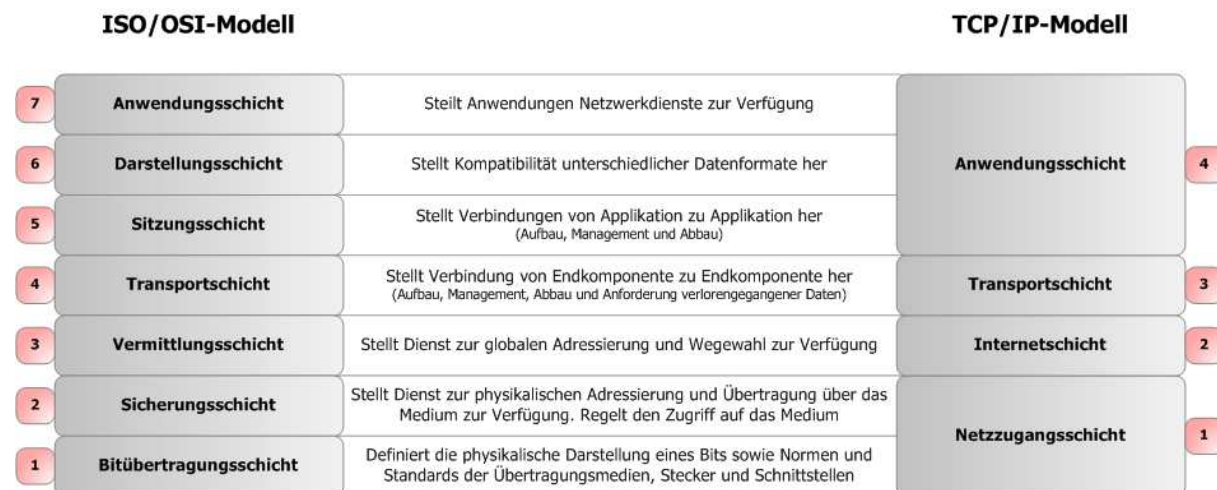


Prinzip des Schichtenmodells

OSI versus TCP-IP

Der Zweck des ISO/OSI-Schichtenmodells ist, ein offenes Referenzmodell gemäss dem Prinzip des Schichtenmodells zur Verfügung zu stellen.

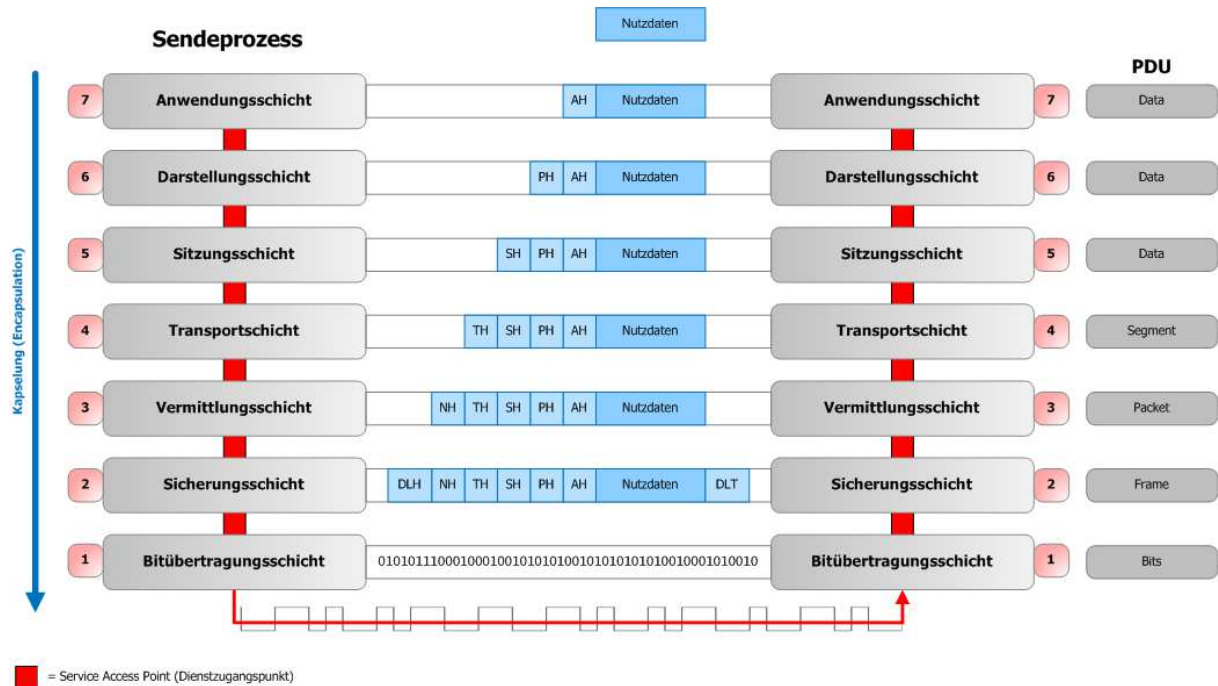
Wichtig ist, dass es sich beim OSI-Referenzmodell um ein theoretisches Modell handelt, das den Rahmen der einzelnen Schichten sowie die Funktionen innerhalb der Schichten festlegt. Es definiert jedoch keine konkreten Protokollspezifikationen. Es dient vielmehr als Designgrundlage für die Implementierung von Kommunikationsprotokollen. Im Laufe der Zeit wurden viele Protokolle gemäss dem ISO/OSI-Referenzmodell entwickelt, jedoch werden die meisten davon heute nicht mehr eingesetzt. Grund hierfür ist der Durchbruch der TCP/IP-Protokollfamilie.



Schichten im ISO/OSI-Referenzmodell und im TCP/IP-Kommunikationsmodell.

Schicht 7	Anwendungsschicht Application Layer	Durch diese Schicht werden den tatsächlichen Anwendungen Kommunikationsdienste angeboten. Hierzu gehören zum Beispiel der Auf- und Abbau von Anwendungsassoziationen, die Ausführung entfernter Operationen sowie die Bereitstellung zuverlässiger Datentransferdienste.
Schicht 6	Darstellungsschicht Presentation Layer	Bei der Kommunikation verschiedener Systeme können Unterschiede in der Informationsdarstellung auftreten. Hierzu zählt zum Beispiel die Reihenfolge von Byte und Bit, die Zahlendarstellung, der Zeichensatz (ASCII oder EBCDIC) und vieles mehr. Die Darstellungsschicht kann entsprechende Umwandlungen vornehmen, damit die Informationen auf jedem System richtig dargestellt werden.
Schicht 5	Sitzungsschicht Session Layer	Die Sitzungsschicht strukturiert den Datenaustausch (z. B. Dialogsteuerung und Synchronisation) der Applikationen.
Schicht 4	Transportschicht Transport Layer	Diese Schicht ist in der Lage, die zuverlässige Übertragung von Daten zwischen zwei Endstationen zu garantieren. Dazu gehören der Aufbau und die Aufrechterhaltung der Verbindung, die Fehlerbehandlung, das Ordnen der Daten und anschliessend der Abbau der Verbindung
Schicht 3	Vermittlungsschicht Network Layer	Zentrale Aufgaben sind eine logische Adressierung sowie die Bestimmung eines optimalen Weges durch ein oder mehrere Netzwerke auf der Grundlage einiger entscheidender Faktoren.
Schicht 2	Sicherungsschicht Data Link Layer	Daten der höheren Schichten werden hier zur Übertragung über das physikalische Medium aufbereitet. Bits zum Übertragen über das physikalische Medium werden zu einem logischen Set (Frame) zusammengefasst. Die Sicherungsschicht regelt den Zugriff auf das Medium. Auch die physikalische Adressierung der Netzwerkkarten findet hier statt.
Schicht 1	Bitübertragungsschicht Physical Layer	Hier wird die physikalische Übertragung (elektrisch sowie optisch) definiert. Es wird festgelegt, welches Medium benutzt wird (Kabel, Funk, Infrarot), die möglichen Steckertechniken, die Beschaffenheit der Elektronik, die Darstellung der physikalischen Bits, usw.

Der Informationsfluss im ISO/OSI-Referenzmodell.



theoretischer Kapselungsprozess im ISO/OIS-Modell

Werden von einer Sendestation Informationen (Nutzdaten) an eine Empfangsstation übertragen, verläuft diese Übertragung nach einem festgelegten Prinzip. Es handelt sich hierbei um die sogenannte Kapselung *Encapsulation*. Die Nutzdaten werden von der Anwendung an die Anwendungsschicht übergeben. Die Anwendungsschicht fügt ihre Kontrollinformationen hinzu. Diese werden in einen Header aufgenommen, der in dieser Anwendungsschicht die Bezeichnung *Application Header* (AH) trägt. Der Header bildet dann zusammen mit den Nutzdaten eine *Protocol Data Unit* (PDU). Die PDU der Anwendungsschicht wird an die Darstellungsschicht übergeben. Auch die fügt ihre Kontrollinformationen in einen Header ein, der hier *Presentation Header* (PH) heisst. Die Summe aus *Nutzdaten*, *Application Header* und *Presentation Header* wird nun zur *Protocol Data Unit* (PDU) der Darstellungsschicht. Diese PDU wird anschliessend an die Sitzungsschicht übergeben. Auch diese fügt ihren eigenen Header, der aus den Kontrollinformationen der Sitzungsschicht besteht, hinzu und übergibt ihre PDU an die Transportschicht. Die Verbindungsschicht fügt zusätzlich zum *Data Link Header* (DLH) auch einen *Data Link Trailer* (DLT) hinzu. Im DLT befindet sich eine mathematische Funktion, die Übertragungsfehler aufdeckt. Näheres hierzu folgt später. Letztlich werden die Daten dann von der Bitübertragungsschicht über das physikalische Medium übertragen.

Zur genauen Kenzeichnung und Unterscheidung haben die PDUs der vier unteren Schichten jeweils eine eindeutige Bezeichnung:

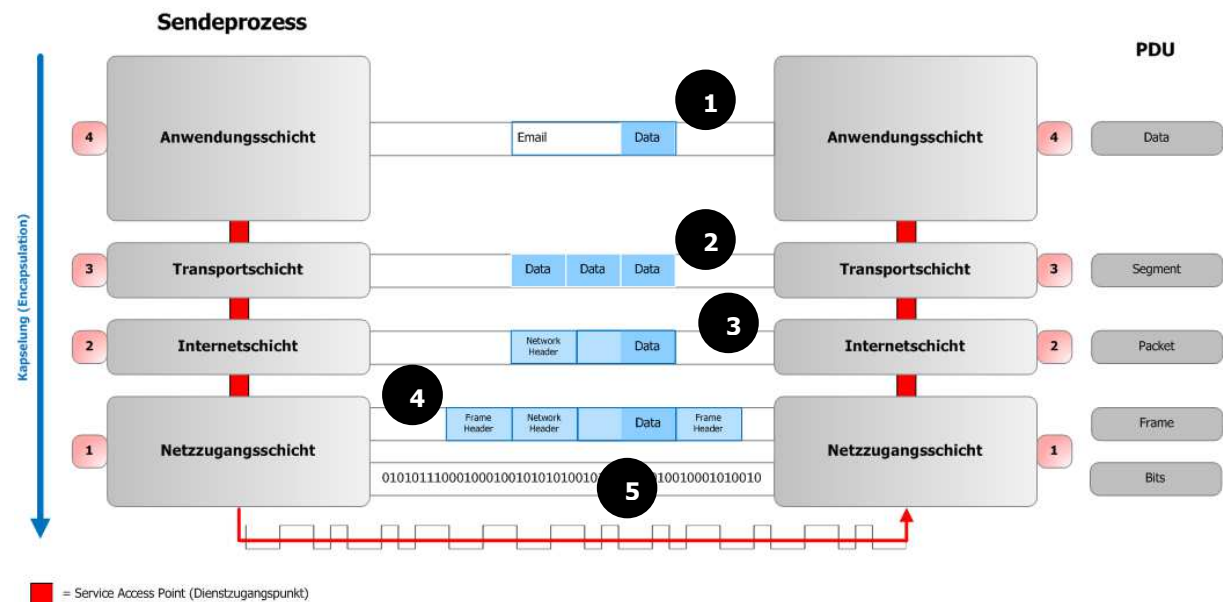
- PDU der Transportschicht: **Segment**
- PDU der Vermittlungsschicht: **Packet**
- PDU des Verbindungsschicht: **Frame**
- PDU des Bitübertragungsschicht: **Bit**

Die Schnittstelle, über die eine PDU von einer Schicht zur anderen übergeben wird, heisst Service Access Point (SAP).

Die praktische Umsetzung des Informationsflusses im TCP/IP-Kommunikationsmodell.

Im den heute üblichen TCP/IP-Umgebungen wird die Datenkapselung in den folgenden fünf Schritten durchgeführt. Die Schritte sind ebenfalls in der untenstehenden Abbildung aufgezeigt.

1	Daten erstellen	Wenn ein Benutzer eine E-Mail verschickt, werden deren alphanumerische Zeichen zunächst in Daten umgewandelt, die über das Internet gesendet werden können.
2	Daten für den Ende-zu-Ende-Transport packen.	Die Daten werden für den Transport über das Internet gepackt. Durch den Einsatz von Segmenten stellt die Transportfunktion sicher, dass die Mailhosts an beiden Enden des Mailsystems zuverlässig miteinander kommunizieren können.
3	Dem Header die Netzwerkadresse hinzufügen.	Die Daten werden zu einem Paket (oder Datagramm) gepackt, das einen Netzwerk-Header mit den logischen Absender- und Empfängeradressen enthält. Diese Adressen werden von Netzwerkgeräten wie z. B. Routern beim Versand der Pakete über einen dynamisch gewählten Pfad benötigt.
4	Die lokale Adresse an den Sicherungsschicht-Header anhängen.	Jedes Netzwerkgerät muss das Paket in einen so genannten Frame packen. Dieser Frame enthält einen Header mit der physikalischen Adresse des nächsten direkt verbundenen Geräts im Pfad.
5	Bits für die Übertragung konvertieren.	Eine Taktfunktion ermöglicht es den Geräten, die Bits bei der Übertragung im Medium zu unterscheiden. Im physikalischen Netzwerk können je nach Bedarf auch mehrere unterschiedliche Medien eingesetzt werden. Eine E-Mail beispielsweise kann ursprünglich aus einem LAN kommen, bewegt sich dann über einen Campus-Backbone in ein WAN und wird dort später wieder an ein anderes LAN übergeben, wo sich der Zielrechner befindet.




umgesetzter Kapselungsprozess im TCP/IP-Modell


Wenn das Empfängergerät eine Sequenz von Bits erhält, reicht es diese zwecks Verarbeitung der Frames an die Sicherungsschicht weiter. Wenn die Sicherungsschicht einen solchen Frame entgegennimmt, geschieht Folgendes:


1.	Die Sicherungsschicht stellt sicher, dass die MAC-Empfängeradresse mit der Adresse der aktuellen Station übereinstimmt oder ein Ethernet-Broadcast ist. In jedem anderen Fall wird der Frame verworfen.
2.	Sind die Daten fehlerhaft, dann können sie verworfen werden, und die Sicherungsschicht kann eine Neuübertragung anfordern. Sind die Daten nicht fehlerhaft, dann liest die Sicherungsschicht sie aus und verarbeitet die Steuerinformationen im Sicherungsschicht-Header.
3.	Dann löscht die Sicherungsschicht den Sicherungsschicht-Header und den Trailer und übergibt die verbleibenden Daten entsprechend der im Header enthaltenen Steuerinformation an die Vermittlungsschicht.

Dieser Vorgang wird als Entkapselung bezeichnet. Er wird in ähnlicher Form auch von allen folgenden Schichten durchgeführt. Man kann die Entkapselung damit vergleichen, dass Sie die Adresse auf einem Briefumschlag lesen, um zu überprüfen, ob der Brief an Sie gerichtet ist, und, falls dies zutrifft, den Brief aus dem Umschlag nehmen, um ihn zu lesen.

 Versuchen Sie aufgrund der vorangehenden Erläuterungen folgende Fragen zu beantworten.

Frage	Antwort
Wie heisst die Information, die fest in einer Netzwerkkarte gespeichert ist?	MAC-Adresse
Wie nennt man die Bewegung der Daten durch die Schichten?	Kapselung / Entkapselung
Wie viele Schichten hat das ISO/OSI-Referenzmodell?	7
Welche Schicht des ISO/OSI-Modells verwaltet die physische Adressierung?	2
Eine E-Mail wird über das LAN von A nach B geschickt. Was passiert, wenn der Aufbau des Paketes abgeschlossen ist?	Das Paket wird als Frame gekapselt.
Welche Protocol Data Unit (PDU) verarbeitet ein Router?	Paket
Wie wird die Kommunikation zwischen zwei direkt benachbarten Schichten genannt?	vertikale oder reale Kommunikation
Wie kann die virtuelle Kommunikation in einem Schichtenmodell auch genannt werden?	Horizontale Kommunikation
Wie heissen die vier PDUs im TCP/IP-Modell?	Segment, Paket, Frame, Bit
Welche Netzwerkmedien der ISO/OSI-Schicht 1 kennen Sie?	Funk, Kupfer, Licht


 Weisen Sie die folgenden Protokolle und Bezeichnungen den zugehörigen OSI-Schichten beziehungsweise den TCP/IP-Schichten zu:

 Das *IT-Handbuch* (Seite 274ff, 314ff) und die Webseiten *de.wikipedia.org* sowie *elektronik-kompendium.de* liefern wertvolle Unterstützung.

**IP – MAC-Adresse – http – Hub – ASCII – UDP – Switch – ARP – Netzwerkkarte
 ICMP – FTP – Router – Glasfaserkabel – DHCP – Kollision – DNS – 100Base-TX
 Broadcast – TCP – PC – SSL – RADIUS – ASN.1 – NetBIOS – RJ45**

ISO/OSI-Schicht	Protokoll / Bezeichnung	TCP/IP-Schicht
7 Anwendungsschicht	http, FTP, PC, RADIUS, DHCP (bootp), SSH, DNS	4 Anwendungsschicht
6 Darstellungsschicht	ASCII, DNS, ASN.1 ¹	
5 Sitzungsschicht	NetBIOS, SSL, RADIUS	
4 Transportschicht	UDP, TCP	3 Transportschicht
3 Vermittlungsschicht	IP, ICMP, Router, Broadcast	2 Internetschicht
2 Sicherungsschicht	MAC-Adresse, Switch, ARP, Netzwerkkarte, Kollision, Broadcast	1 Netzugangsschicht
1 Bitübertragungsschicht	Hub, Glasfaserkabel, Kollision, RJ-45	

¹ ASN.1 ist eine verbreitete Möglichkeit, die Nachrichtenelemente von Protokollen des OSI-Modells eindeutig zu beschreiben

 Ordnen Sie die Werte, welche Sie mit dem Kommandozeilen-Befehl `ipconfig /all` erhalten, den entsprechenden Schichten zu.


Arbeitsplatz-PC Starten Sie Ihren Arbeitsplatz-PC und öffnen Sie eine Kommandozeile (Start ⇒ suchen nach cmd ⇒ Rechtsklick auf cmd.exe). Führen Sie folgenden Befehl aus und untersuchen Sie das Resultat.

```
C:\> ipconfig /all

Ethernet-Adapter LAN-Verbindung:

    Verbindungsspezifisches DNS-Suffix: sn-lan.iet-gibb.ch
    Beschreibung. . . . . : Realtek PCIe GBE Family Controller
    Physische Adresse . . . . . : 38-2C-4A-B1-CD-7A
    DHCP aktiviert. . . . . : Ja
    Autokonfiguration aktiviert . . . : Ja
    IPv4-Adresse . . . . . : 10.1.30.130(Bevorzugt)
    Subnetzmaske . . . . . : 255.255.255.0
    Lease erhalten. . . . . : Sonntag, 28. Juni 2015 11:45:11
    Lease läuft ab. . . . . : Sonntag, 28. Juni 2015 14:22:42
    Standardgateway . . . . . : 10.1.30.1
    DHCP-Server . . . . . : 10.9.4.13
    DNS-Server . . . . . : 10.9.4.12
    Primärer WINS-Server. . . . . : 10.9.4.12
    NetBIOS über TCP/IP . . . . . : Aktiviert
```

ISO/OSI-Schicht	Wert	TCP/IP-Schicht
7 Anwendungsschicht		4 Anwendungsschicht
6 Darstellungsschicht		
5 Sitzungsschicht	Netbios über TCP/IP	
4 Transportschicht		3 Transportschicht
3 Vermittlungsschicht	IPv6, IPv4, Subnetzmaske, Standardgateway, DNS-Server, DHCP-Server	2 Internetschicht
2 Sicherungsschicht	Physische Adresse	1 Netzzugangsschicht
1 Bitübertragungsschicht	Ethernet-Adapter	

 Erklären kurz wie die Kommunikation zwischen zwei Geräten, z.B. einem Web-Server und einem Client, anhand des OSI Modells stattfindet. Verwenden Sie dafür die entsprechenden Fachbegriffe.

Physikalisch verläuft die Kommunikation von Layer 7 zu Layer 1 von Layer zu Layer (über SAP) und dann über die Netzwerkverbindung zum entfernten Gerät. Dort wiederholt sich der Vorgang, nur dass er in umgekehrter Reihenfolge abläuft.