

# NETT HS 2021

Victor Fernández

20. November 2021

## Inhaltsverzeichnis

<b>I</b>	<b>SW 01 - Networking Today &amp; Networking Trends</b>	<b>3</b>
1	Lernziele (Leitfragen)	3
2	Antworten	3
<b>II</b>	<b>SW 02 - ISO/OSI Modell</b>	<b>11</b>
3	Lernziele (Leitfragen)	11
4	Antworten	11
<b>III</b>	<b>SW 03 - Präsentationen zu physikalischer Schicht</b>	<b>15</b>
5	Lernziele (Leitfragen)	15
6	Antworten T1	15
7	Antworten T2	16
8	Antworten T3	16
9	Antworten T4	17
10	Antworten T5	17
<b>IV</b>	<b>SW 04 - Data Link Layer - Sicherungsschicht</b>	<b>19</b>
11	Lernziele (Leitfragen)	19
12	Antworten	19
<b>V</b>	<b>SW 05/06 - Network Layer - Vermittlungsschicht</b>	<b>21</b>
13	Lernziele (Leitfragen) SW 05	21
14	Antworten	21
15	Lernziele (Leitfragen) SW 06	23
16	Antworten	23
<b>VI</b>	<b>SW 07 - Transport Layer - Transportschicht</b>	<b>26</b>

17 Lernziele (Leitfragen)	26
18 Antworten	26
Abbildungsverzeichnis	28
Akronyme	29
Tabellenverzeichnis	31

## Teil I

# SW 01 - Networking Today & Networking Trends

## 1 Lernziele (Leitfragen)

1. Wieso sind Computernetzwerke wichtig in unserem Leben?
2. Wieso sind Computernetzwerke wichtig für Unternehmen und unsere Berufe?
3. Wieso ist Kenntnis der Computernetzwerke wichtig für die Wirtschaftsinformatik?
4. Was ist ein «End Device» (Endgerät)? Geben Sie Beispiele.
5. Was ist ein “intermediary (network) device” (Netzwerkkomponente), oder Netzwerkgerät? Geben Sie Beispiele.
6. Wie funktioniert das «Client-Server» Modell? Geben Sie Beispiele.
7. Wie funktioniert das «Peer-to-peer» Modell? Geben Sie Beispiele.
8. Wie unterscheiden sich physikalische und logische Netzwerkdiagramme?
9. Wie kann man anhand ihrer Grösse Computernetzwerke klassifizieren?
10. Wie unterscheiden sich LANs und WANs? Was ist ihre Beziehung?
11. Was ist das Internet? Wer besitzt das Internet? Was für Organisationen sind in der Entwicklung des Internets beteiligt?
12. Was ist der Unterschied zwischen einem Intranet und einem Extranet?
13. Wie verbinden sich normalerweise Häuser, Wohnungen und HomeOffices mit dem Internet?
14. Wie verbinden sich normalerweise Büros und Unternehmen mit dem Internet?
15. Was bedeutet Konvergenz im Kontext der Computernetzwerke?
16. Was bedeutet «fault tolerance» (Fehlertoleranz) im Kontext der Computernetzwerke? Geben Sie ein Beispiel
17. Was bedeutet «scalability» (Skalierbarkeit) im Kontext der Computernetzwerke? Geben Sie ein Beispiel
18. Was bedeutet «quality of service (QoS)» im Kontext der Computernetzwerke? Geben Sie ein Beispiel
19. Wieso ist Netzwerksicherheit wichtig?
20. Was sind die drei Hauptinformationssicherheitsziele?
21. Was ist «BYOD» und was sind seine Auswirkungen für Geschäfte und Unternehmen?
22. Was ist «cloud computing»? Was für Cloud Arten gibt es?
23. Was ist die Verbindung zwischen «cloud computing» und Computernetzwerken?

## 2 Antworten

### Wieso sind Computernetzwerke wichtig in unserem Leben?

Die zunehmende Digitalisierung erfordert eine immer grössere Vernetzung im Alltag. Sei es beruflich mit E-Mails, Website, Dateitransfer, cloudbasierte Lösungen etc. oder auch privat mit digitalem Fernsehen, Streamingangeboten von Videos und Musik, bis zur Smart-Watch.

### Wieso sind Computernetzwerke wichtig für Unternehmen und unsere Berufe?

Für moderne Unternehmen ist es heutzutage wichtig vernetzt zu sein. Man verfügt beispielsweise über IP-Telefone, Fileserver, Mailserver, Virtual-Machine-Server, Rendering-Server etc. Um auf all diese Dienste zugreifen zu können, muss ein Computernetzwerk bestehen.

### Wieso ist Kenntnis der Computernetzwerke wichtig für die Wirtschaftsinformatik?

Die Berufsausrichtung/-aussicht der Wirtschaftsinformatikspezialisten tendiert dazu, dass sie leitende Angestellte werden. Genehmigungen für Budgetanträge im Bereich der Informatik erfordern daher ein gutes Know-How von Komponenten, die in der Branche verwendet werden.

Was ist ein «End Device» (Endgerät)? Geben Sie Beispiele.

- Smartphone & IP-Telefone
- Drucker
- Notebook
- Server (physisch)
- Tablet
- IoT-Geräte

Was ist ein “intermediary (network) device” (Netzwerkkomponente), oder Netzwerkgerät? Geben Sie Beispiele.

- (Wireless-)Router
- LAN & Multilayer Switches

Wie funktioniert das «Client-Server» Modell? Geben Sie Beispiele.

Das Modell beschreibt die Rolle eines zentralen Dienstanbieters (Server), der Dienstnutzern (Clients) den Zugang zu seinen Diensten verschafft. Der Client bezieht lediglich den Dienst, indem es dem Server einen *request* sendet, der Server antwortet mit der *response*.

Wie funktioniert das «Peer-to-peer» Modell? Geben Sie Beispiele.

Hier übernimmt ein Client gleichzeitig die Funktion eines Servers. Dadurch wird der Client zu einem *Peer*. Peers bieten daher Dienste und Ressourcen an und nehmen aber gleichzeitig Dienste von anderen Peers in Anspruch.

Wie unterscheiden sich physikalische und logische Netzwerkdiagramme?

Das physikalische Netzwerkdiagramm zeigt, wie der Name sagt, den *räumlich physikalischen Standort* der Netzwerkkomponenten.

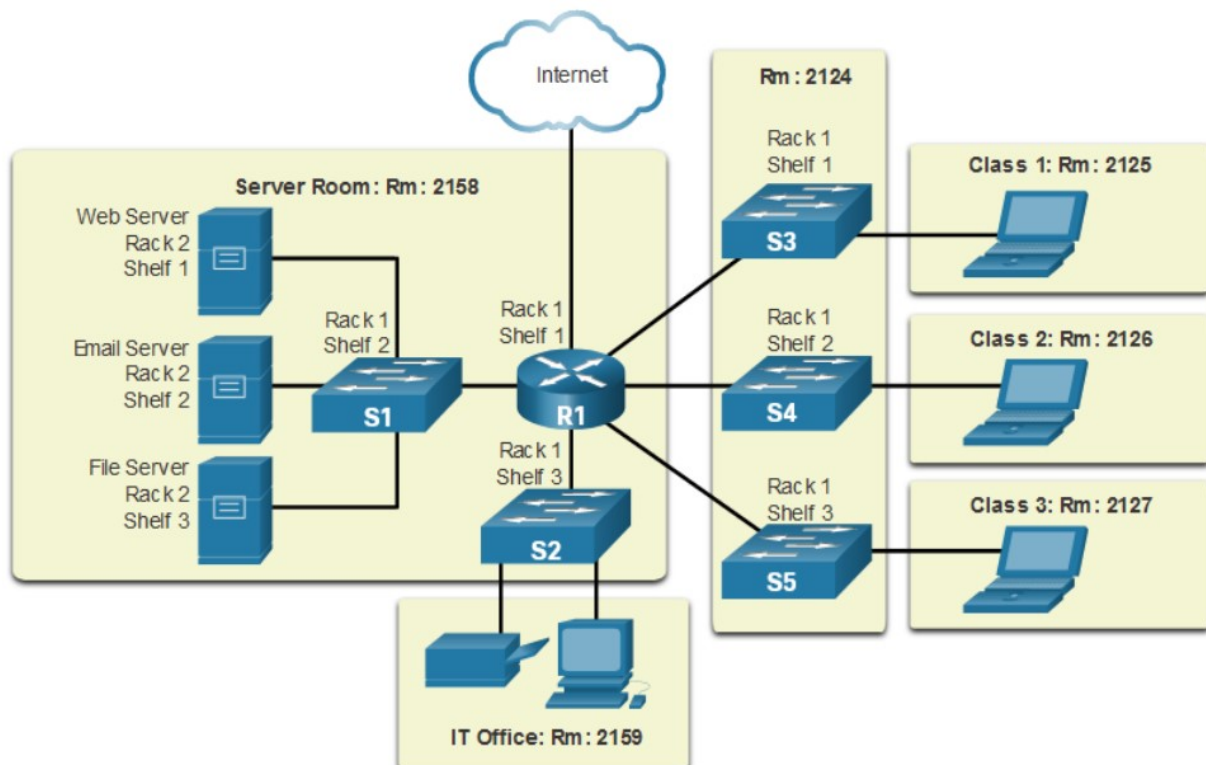


Abbildung 1: Physikalisches Netzwerkdiagramm (© Cisco)

Das **logische Netzwerkdiagramm** zeigt hingegen über welche **Ports (interfaces)** die Komponenten angeschlossen sind, sowie welche **Netzwerkadressierung** gegeben wurde. Merkmale sind Netzwerkadressen, IP-Adressen von Endgeräten, Subnetzmasken, je nach Anwendung auch MAC-Adressen. Man spricht auch von einer *physischen Adresse* oder *Geräteadresse*.

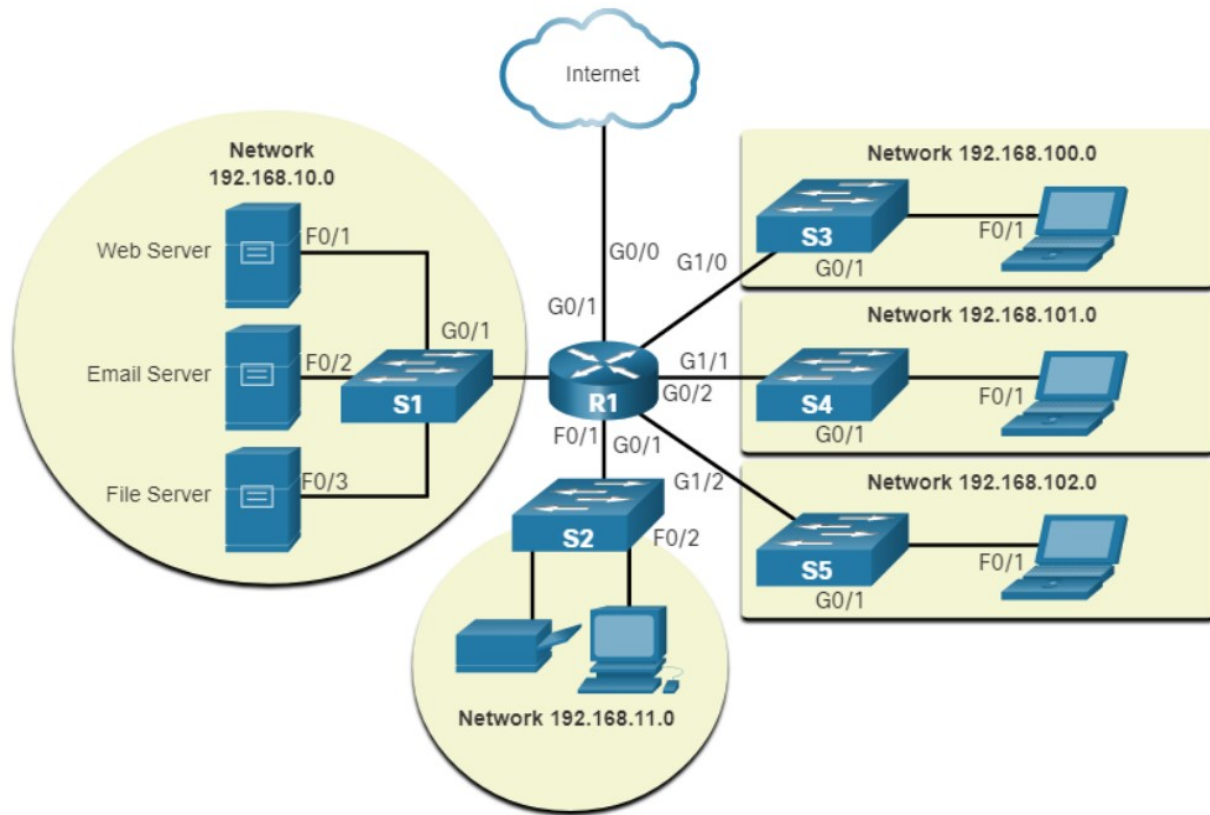


Abbildung 2: Logisches Netzwerkdiagramm (© Cisco)

## Wie kann man anhand ihrer Grösse Computernetzwerke klassifizieren?

Es gibt diverse Grössen von Netzwerken. Namentlich sind das:

- LAN - Local Area Network. Lokales Netz, mal abgesehen von Subnetzen, auf die Wohnung, Büro oder Firma beschränkt.
- MAN - Metropolitan Area Network. Meistens ein Verbund von LANs, welche auf "kürzere Distanzen" (bis zu ca. 100 km) durch einen Backbone (Netz mit besonders grosser Übertragungsrate über Glasfaser) vernetzt sind. MANs werden durch Internetdiensteanbieter (ISP - Internet Service Provider) betrieben.
- WAN - Wide Area Network. Verbund und Backbone von MANs. Salopp: "das Internet".

Die Aufzählung ist nicht abschliessend, denn es gibt z.B. Body Area Network (z.B. medizinische Geräte), Personal Area Network (z.B. Bluetooth), City Area Network, Global Area Network etc.

## Wie unterscheiden sich LANs und WANs? Was ist ihre Beziehung?

Ein **LAN** beschränkt sich auf das interne Netzwerk einer Firma oder privat in der Wohnung. Es gibt private IP-Adressen, welche nur im Intranet existieren (Siehe Private/Public IPs, Seite 22). Ein **WAN** ist einfach ausgedrückt das Internet. Die Beziehung zueinander ist so, dass man normalerweise vom LAN auf das WAN zugreifen kann, umgekehrt aber nicht. Weitere Infos über IPs siehe Network Layer, Seite 21.

## Was ist das Internet? Wer besitzt das Internet? Was für Organisationen sind in der Entwicklung des Internets beteiligt?

Das Internet ist ein globaler Verbund von Rechnernetzwerken, welches die Nutzung von diversen Diensten wie WWW, Email, FTP u.v.m. bietet. Das Internet gehört im Grunde genommen niemandem. Die Organisation IETF befasst sich jedoch mit der Weiterentwicklung des Internets, um dessen Funktionsweise zu verbessern.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fun: <https://www.facebook.com/Ballybegpostofficeandgeneralconveniencestore/videos/845703122288697/>

## Was ist der Unterschied zwischen einem Intranet und einem Extranet?

Auf das Intranet kann nur von innerhalb des LANs zugegriffen werden. Das Extranet bietet hingegen eine Erweiterung des Intranets, die von einer Gruppe von externen Benutzer verwendet werden darf. Extranets bieten Informationen die z.B. an Kunden oder Partnern zugänglich gemacht werden.

## Wie verbinden sich normalerweise Häuser, Wohnungen und HomeOffices mit dem Internet?

Kabelnetz, DSL, Dial-Up Modem, GSM, Satellit.

## Wie verbinden sich normalerweise Büros und Unternehmen mit dem Internet?

Dedicated Leased Lines, Metro Ethernet (ethernetbasierte MANs), Business DSL, Satellit.

## Was bedeutet Konvergenz im Kontext der Computernetzwerke?

Voneinander getrennte Netze werden zusammengeführt. Bsp.: klassische Telefonie funktioniert zunehmend über VoIP.

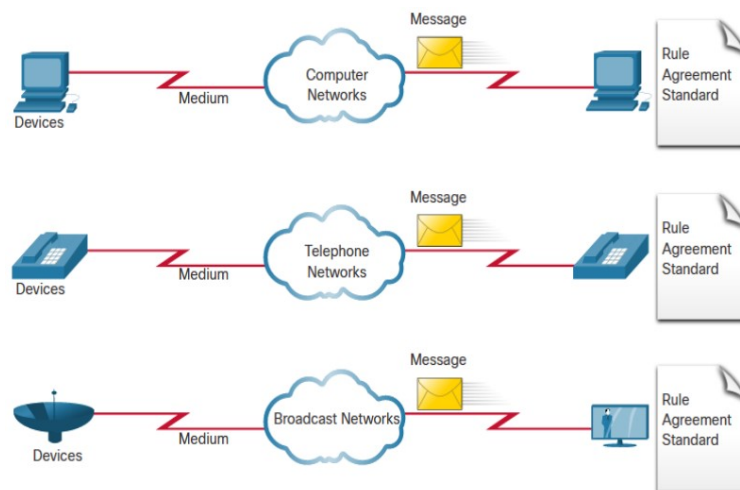


Abbildung 3: Klassisches Netz (© Cisco)

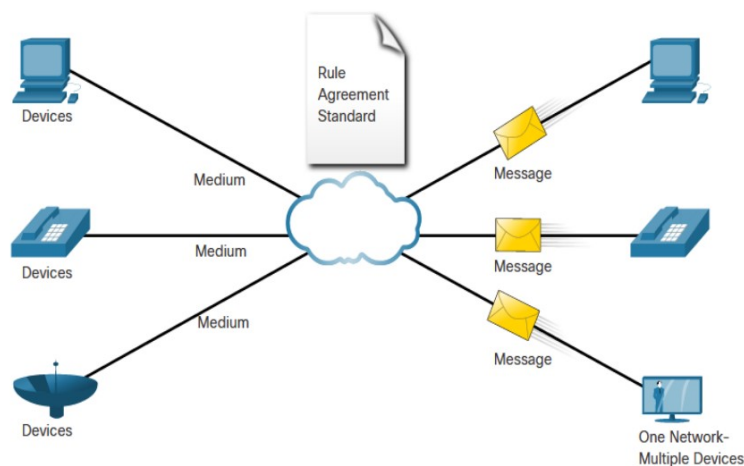


Abbildung 4: Modernes, konvergiertes Netz (© Cisco)

**Was bedeutet «fault tolerance» (Fehlertoleranz) im Kontext der Computernetzwerke? Geben Sie ein Beispiel**

Beim Ausfall einer wichtigen Netzwerkkomponente wie z.B. Router, wird mit redundantem Aufbau eines Netzwerkes die Verbindung weiterhin gewährleistet.

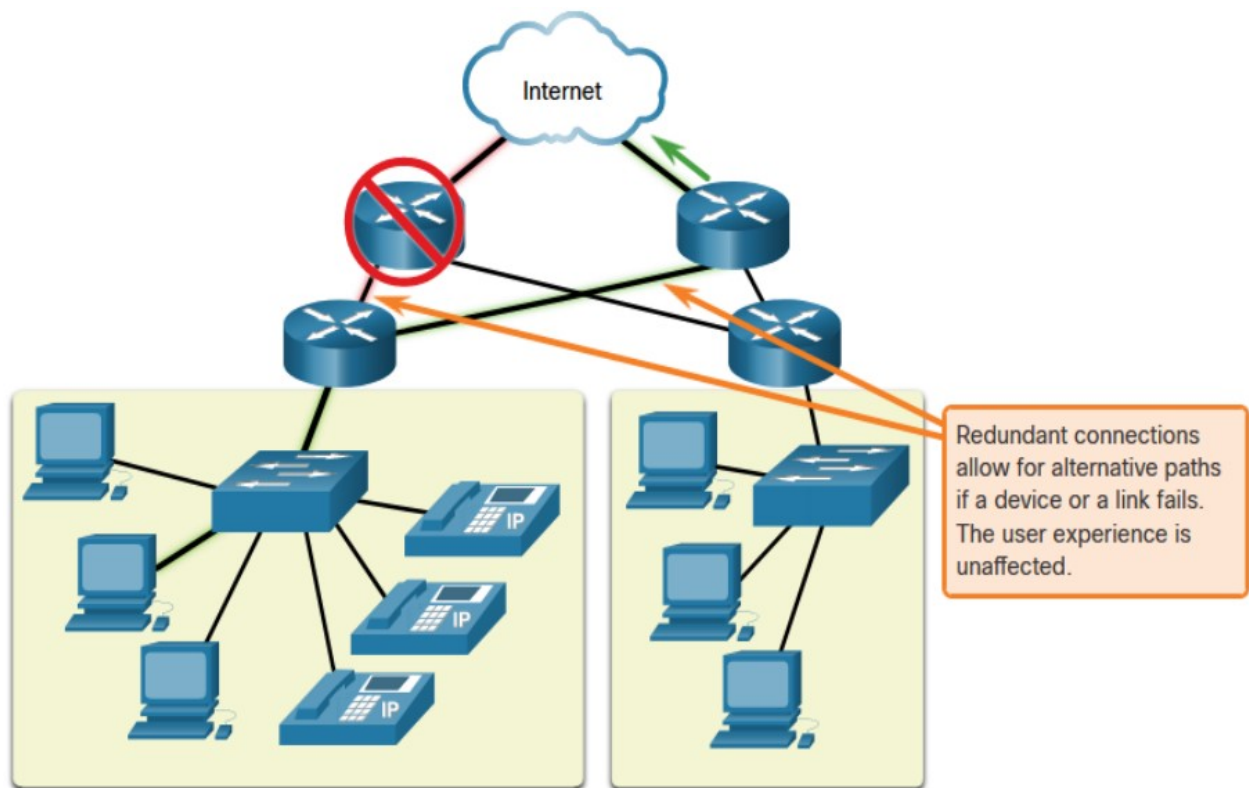


Abbildung 5: Fault tolerance - Fehlertoleranz (© Cisco)

## Was bedeutet «scalability» (Skalierbarkeit) im Kontext der Computernetzwerke? Geben Sie ein Beispiel

Die Skalierbarkeit eines Netzwerkes beschreibt die Fähigkeit/Möglichkeit, ein Netzwerk ohne grossen Aufwand zu erweitern.

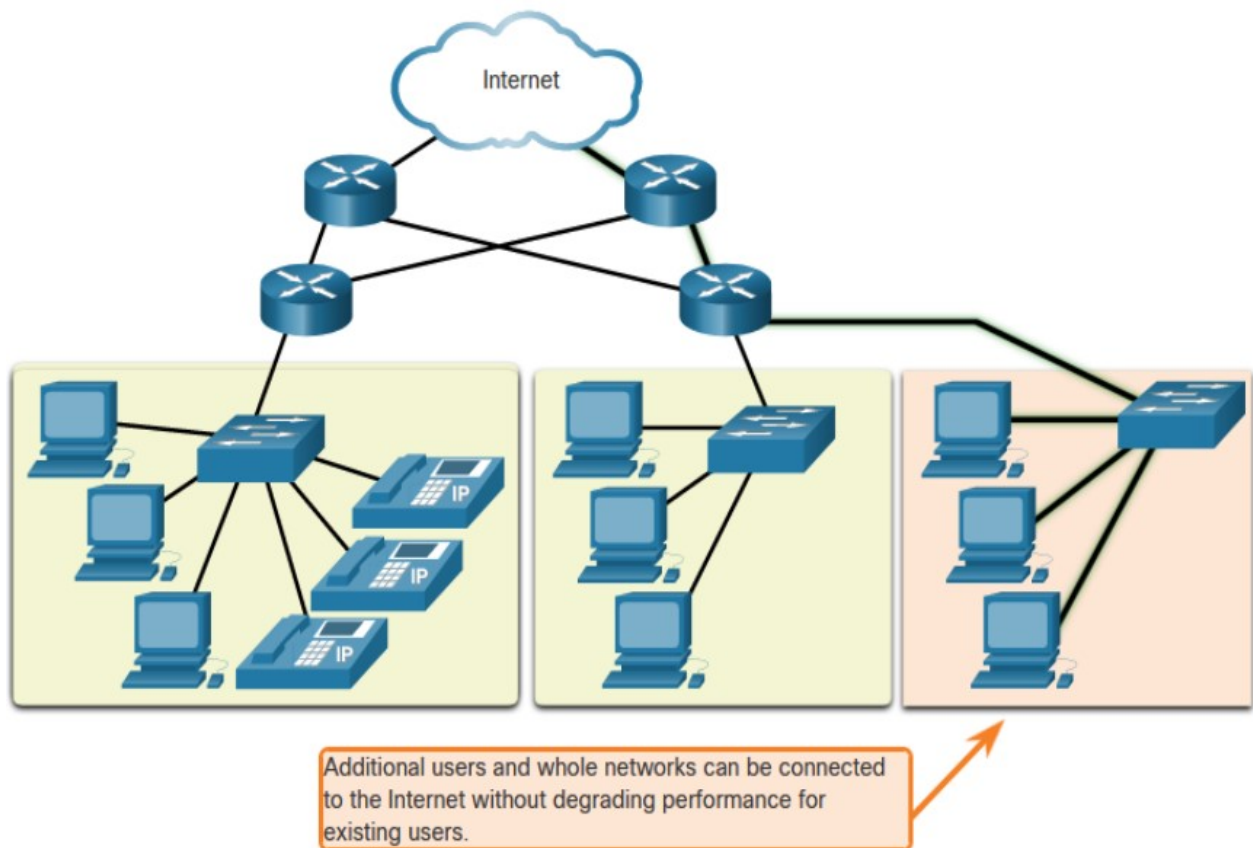


Abbildung 6: scalability - Skalierbarkeit (©Cisco)

## Was bedeutet «quality of service (QoS)» im Kontext der Computernetzwerke? Geben Sie ein Beispiel

Das QoS dient zur Priorisierung von Netzwerkdiensten und -paketen. Ein Telefonat über VoIP ist wichtiger als eine Webseite, die vielleicht ein paar Millisekunden länger braucht um angezeigt zu werden.



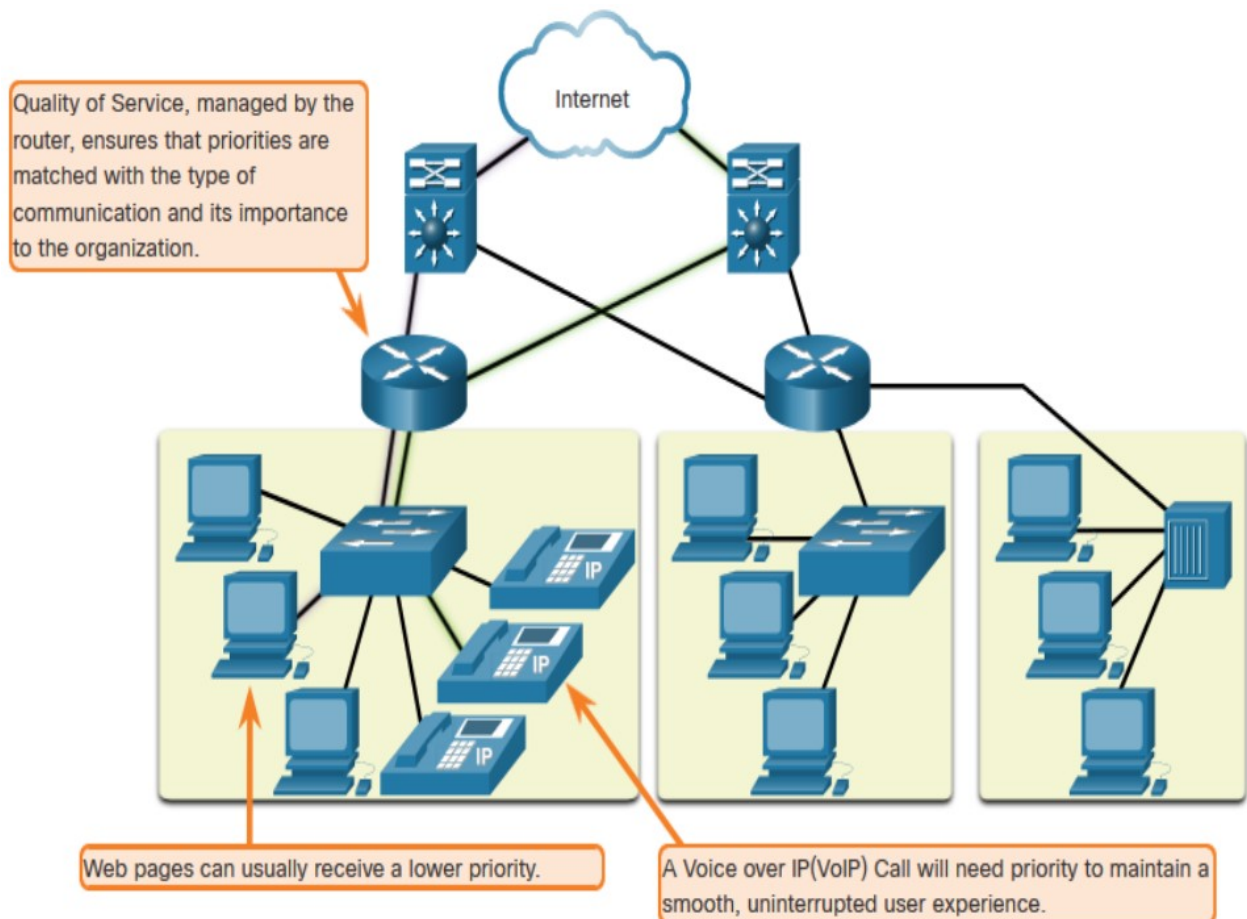


Abbildung 7: Quality of service

## Wieso ist Netzwerksicherheit wichtig?

Um Unbefugten nicht versehentlichen oder absichtlichen Zugriff auf das Netzwerk zu gewähren.

## Was sind die drei Hauptinformationssicherheitsziele?

Informationssicherheit ist das höchste Gut, der heilige Gral der Informatik. Die drei Hauptziele sind:

- **Vertraulichkeit** (confidentiality): lediglich autorisierte Benutzer dürfen entsprechende Daten lesen (z.B. eavesdropper) oder ändern. Dies gilt beim Zugriff auf gespeicherte Daten, wie auch während der Übertragung.
- **Integrität** (integrity): Daten dürfen nicht unbemerkt verändert werden (z.B. man in the middle attack) und alle Änderungen müssen nachvollziehbar sein.
- **Verfügbarkeit** (availability): Verhinderung von Systemausfällen und Gewährleistung der Verfügbarkeit der Daten innerhalb eines definierten Zeitraums.

Informationssicherheit wird im Modul ISF - Information Security Fundamentals genauer erarbeitet.

## Was ist «BYOD» und was sind seine Auswirkungen für Geschäfte und Unternehmen?

Bring Your Own Device. Für Unternehmen bedeutet dies, dass Komponenten wie Smartphones und Notebooks in das Netzwerk eingebunden werden, welche vielleicht nicht über spezielle Schutzmassnahmen verfügen, als wenn es von der firmeneigenen Informatikabteilung zur Verfügung gestellt werden würde. Umso besser muss das Netzwerk gegen mögliche Bedrohungen, die dieses Philosophie mit sich bringt, geschützt werden.

## Was ist «cloud computing»? Was für Cloud Arten gibt es?

Clouds sind verschiedene Dienstleistungen, welche physisch nicht mehr verfügbar sind. Bekanntestes Anwendungsbeispiel ist die File-Cloud. Man hat nicht einen eigenen File-Server, sondern einen externen Anbieter, einen CSP - Cloud Service Provider, der den Zugang auf die darunterliegende Infrastruktur ermöglicht. Im Grunde gibt es drei Hauptformen von Angeboten:

- Software as a Service (SaaS)
- Platform as a Service (PaaS)
- Infrastructure as a Service (IaaS)

Wichtig dabei ist, dass es vier verschiedene Arten von Clouds gibt.

- Private
  - Ein Unternehmen hat Zugriff auf eine Cloud-Infrastruktur, welche nicht von anderen Firmen genutzt wird (z.B. Dedicated Server). Sicher was Datenschutz angeht, jedoch Verfügbarkeit könnte bei einem Ausfall vielleicht nicht gewährleistet sein.
- Public
  - Ein Unternehmen teilt sich eine Cloud-Infrastruktur mit anderen Firmen (z.B. Shared Server). Das heisst also, eine Firma bekommt eine definierte Anzahl an Ressourcen zur Verfügung gestellt, hat aber keinen Zugriff auf die gesamte Infrastruktur. Normalerweise sehr hohe Verfügbarkeit, jedoch vom Datenschutz her nicht optimal, da sich Infrastruktur global befindet (Big Brother is watching you), jedoch deswegen auch günstiger im Angebot.
- Hybrid
  - Hybride Cloud-Infrastrukturen sind in private und public Clouds geteilt. Sensitive Daten werden in der privaten cloud verarbeitet. Operationen die von sensitiven Daten keinen Gebrauch machen können günstig in einer public Cloud verarbeitet werden. Je nach bedarf kann die public Cloud skaliert werden.
- Community
  - Die Community Cloud ist eine spezielle Form der Cloud. Spezifische Sektoren wie Gesundheits-, Recht-, Finanzbereich u.a. unterliegen oft regulatorischen Konformitäten. Diese “Sektorsphären” sind als die Communities anzusehen. CSPs haben aufgrund dieser Konformitäten ein gewisses Angebotsstandard für die Sektoren geschaffen. Vom Datenschutz fast wie eine private Cloud, jedoch von der Funktionalität wie eine public cloud, das heisst, andere Firmen aus derselben Branche nutzen die Cloud mit.

Wie bei allem gibt es Vor- und Nachteile bei der Nutzung solcher Angebote.

## Was ist die Verbindung zwischen «cloud computing» und Computernetzwerken?

Cloud Computing ist ein Dienstleistungsangebot von Cloud Service Providern. Ein Computernetzwerk ist die darunterliegende Struktur zur Gewährleistung der Datenübertragung.

## Teil II

# SW 02 - ISO/OSI Modell

## 3 Lernziele (Leitfragen)

1. Was sind die Schichten des TCP/IP Models? Beschreiben Sie den Zweck jeder Schicht
2. Was sind die Schichten des OSI Models? Beschreiben Sie den Zweck jeder Schicht
3. Was ist die Verbindung zwischen dem TCP/IP Modell und dem OSI Modell?
4. Nehmen Sie eine typische Netzwerkanwendung als Beispiel. Anhand des TCP/IP Models, erläutern Sie wie Nachrichten zwischen den End-Devices ausgetauscht sind.
5. Wieso muss man Zahlensysteme verstehen, wenn man sich mit Computernetzwerken beschäftigt?
6. Wie kann man einfach und schnell zwischen Binär, Hexadezimal und Dezimal umrechnen?

## 4 Antworten

### Was sind die Schichten des TCP/IP Models? Beschreiben Sie den Zweck jeder Schicht

Das TCP/IP Modell besteht aus vier Schichten.

Layer	Zusammenfassung	Protokolle
Application	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Am nächsten zum User</li> <li>- Datenaustausch zwischen Programmen</li> <li>- Allgemeine Funktionen zur Kommunikation im Internet</li> </ul>	Web (HTTP, HTTPS) Email (POP, IMAP, SMTP) Namensauflösung (DNS) Datenaustausch (FTP)
Transport	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Segmentierung und Zusammenfügen von Daten</li> <li>- Management von Verlässlichkeitsanforderungen einer Konversation</li> <li>- Multiplexing und Konversationen verfolgen</li> </ul>	Verbindungsorientiert (TCP) Verbindungslos (UDP)
Internet	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Datenaustausch über Sub-Netzwerke</li> <li>- Adressierung von Endgeräten</li> <li>- Routing</li> <li>- verbindungslos, best effort und medienunabhängig</li> </ul>	Datenaustausch (IPv4, IPv6) Routing (OSPF, BGP) Steuerung (ICMPv4, ICMPv6)
Network Access	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Adressierung von Sub-Netzwerken</li> <li>- Media access control (MAC)</li> <li>- Abstraktion der physischen Medien der oberen Schichten</li> <li>- Bits auf die Medien setzen</li> </ul>	Address Resolution (ARP) Data Link (Ethernet, WLAN)

Tabelle 1: TCP/IP Modell

### Was sind die Schichten des OSI Models? Beschreiben Sie den Zweck jeder Schicht

Das OSI Modell besteht aus 7 Schichten.

//TODO

Layer	Zusammenfassung	Protokolle
7 Anwendungen (Application)	blub blub	DHCP HTTP

Tabelle 2: OSI Modell

Was ist die Verbindung zwischen dem TCP/IP Modell und dem OSI Modell?

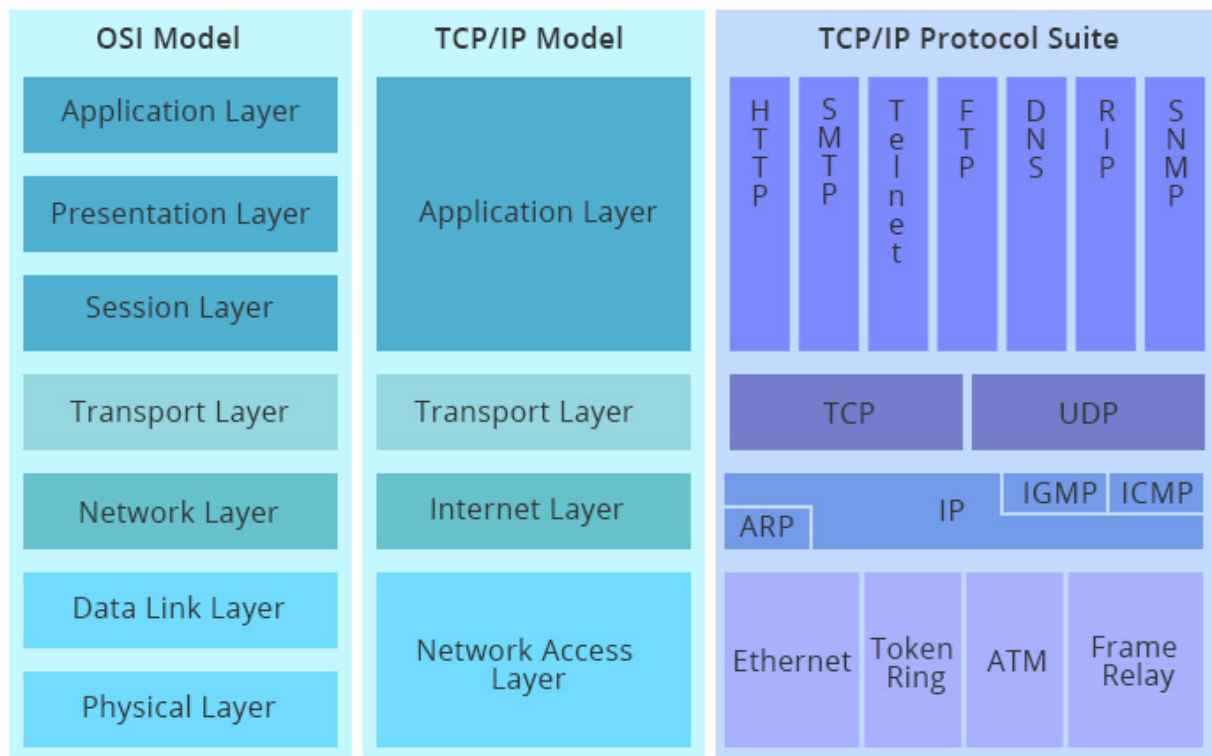


Abbildung 8: Vergleich OSI mit TCP/IP Modell<sup>2</sup>

Nehmen Sie eine typische Netzwerkanwendung als Beispiel. Anhand des TCP/IP Modells, erläutern Sie wie Nachrichten zwischen den End-Devices ausgetauscht sind.

//TODO

Wieso muss man Zahlensysteme verstehen, wenn man sich mit Computernetzwerken beschäftigt?

//TODO

Wie kann man einfach und schnell zwischen Binär, Hexadezimal und Dezimal umrechnen?

Über den Rechner vom Betriebssystem:

<sup>2</sup><https://media.fs.com/images/community/wp-content/uploads/2017/11/comparison-of-OSI-and-TCP-IP.jpg>



Abbildung 9: Windows Taschenrechner

Oder ganz easy von Hand ausrechnen.

**Binär** Beispiel 125 zu Binär. Den Rest zusammenfügen:

125: 2 = 62 R 1 (ganz rechts)  
 62: 2 = 31 R 0  
 31: 2 = 15 R 1  
 15: 2 = 7 R 1  
 7: 2 = 3 R 1  
 3: 2 = 1 R 1  
 1: 2 = 0 R 1 (ganz links)

Dann ist das Ergebnis also: 0b111 1101

Um die Binärzahl in Dezimal umzuwandeln, liest man von rechts die Einsen und fängt mit der Potenz 0 zur Basis 2 an. Unser Zahlenbeispiel als Byte:

$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$
0	1	1	1	1	1	0	1

Daraus erhält man, dort wo eine 1 steht:

$$2^6 + 2^5 + 2^4 + 2^3 + 2^2 + 2^0 = 64 + 32 + 16 + 8 + 4 + 1 = 125.$$

**Hexadezimal** Hexadezimal ist da schon etwas komplizierter, aber machbar. Hier rechnet man auch mit Potenzen zur Basis 16. Dazu muss man vorgängig aber schon das  $16^x$  unterhalb der Zahl kennen.

$16^2 = 256$  ist also zu hoch für unsere 125. Bleibt also die nächst tiefere Potenz  $16^1 = 16$ .

Wir teilen also mit 16:

125: 16 ( $16^1$ ) = 7 (ganz links) R 13 (mit nächst tiefere Potenz teilen)  
 13: 1 ( $16^0$ ) = 13

Also hat man jetzt  $7 \times 16^1 + 13 \times 16^0$ . Das Hexadezimalsystem geht ja aber von 0-F, somit ist die 13 ein D (... , 9, 10=A, 11=B, 12=C, 13=D, 14=E, 15=F). Das Ergebnis ist als 0x7D. Auch easy.

Umgekehrt von Hexadezimal auf Dezimal umzurechnen, folgt man dem nun bekannten Potenz-Prinzip.

Hexadezimal und Binär ist Bubeinfach. Dazu nimmt man Binär halbe Bytes und stellt die Zahlen gegenüber.

$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$
0	1	1	1	1	1	0	1
7				13 = D			

## Teil III

# SW 03 - Präsentationen zu physikalischer Schicht

## 5 Lernziele (Leitfragen)

- Die physikalische Schicht und Zugriffsverfahren (T1)
  1. Was ist der Zweck der physikalischen Schicht?
  2. Was sind die Hauptmerkmale der physikalischen Schicht?
  3. Was ist der Unterschied zwischen «Simplex», «half-duplex» and «full duplex»?
  4. Welches sind die am häufigsten verwendeten Zugriffsverfahren?
  5. Was bedeutet „Late Collision“?
  6. Was muss man noch unbedingt über die physikalische Schicht und Zugriffsverfahren wissen?
- Topologien und “Bandwidth” (T2)
  1. Was für Topologien findet man in Computernetzwerken?
  2. Wo ist der Unterschied zwischen «Bandwidth», «Throughput» und «Goodput»? Wie kann man diese Konzepte visualisieren und verstehen?
  3. Was ist «Latency» und «Jitter»? Wie kann man diese Konzepte visualisieren und verstehen?
  4. Was muss man noch unbedingt über Topologien und “Bandwidth” wissen?
- Kupferkabel (T3)
  1. Was sind die wichtigsten Merkmale von Kupferkabeln?
  2. Was für Kupferkabelarten werden heutzutage in Computernetzwerken am häufigsten verwendet?
    - (a) Wie sind sie aufgebaut?
    - (b) Wie sehen die Stecker aus?
  3. Worauf muss bei der Handhabung und Verlegung der Kupferkabel besonders geachtet werden und warum?
  4. Woraus resultieren die Längenbeschränkungen der Kupferverkabelung?
  5. Was muss man noch unbedingt über Kupferkabel wissen?
- Glasfaserkabel (T4)
  1. Was sind die wichtigsten Merkmale von Glasfaserkabeln?
    - (a) Wie sind sie aufgebaut?
    - (b) Wie sehen die Stecker aus?
  2. Worauf muss bei der Handhabung und Verlegung von Glasfaserkabeln besonders geachtet werden und warum?
  3. Woraus resultieren die Längenbeschränkungen der Glasfaserkabelverkabelung?
  4. Wo ist der Unterschied zwischen Multi- und Singlemode (Monomode)- Glasfasern?
  5. Was sind die Vor- und Nachteile von Glasfaserkabel (im Vergleich zu Kupferkabeln)?
  6. Was muss man noch unbedingt über Glasfaserkabel wissen?
- Wireless Access (T5)
  1. Was sind die wichtigsten Merkmale von «Wireless Media»?
  2. Welche Wireless Access Geräte arbeiten auf Layer I?
  3. Was für Wireless Standards gibt's in Computernetzwerken?
    - (a) Was sind ihre Hauptmerkmale und Anwendungsbereiche?
  4. Was sind die Vor- und Nachteile von «Wireless Access» Methoden im Vergleich mit «Wired Access»?

## 6 Antworten T1

Was ist der Zweck der physikalischen Schicht?

//TODO

**Was sind die Hauptmerkmale der physikalischen Schicht?**

//TODO

**Was ist der Unterschied zwischen «Simplex», «half-duplex» and «full duplex»?**

//TODO

**Welches sind die am häufigsten verwendeten Zugriffsverfahren?**

//TODO

**Was bedeutet „Late Collision“?**

//TODO

**Was muss man noch unbedingt über die physikalische Schicht und Zugriffsverfahren wissen?**

//TODO

## **7 Antworten T2**

**Was für Topologien findet man in Computernetzwerken?**

//TODO

**Wo ist der Unterschied zwischen «Bandwidth», «Throughput» und «Goodput»? Wie kann man diese Konzepte visualisieren und verstehen?**

//TODO

**Was ist «Latency» und «Jitter»? Wie kann man diese Konzepte visualisieren und verstehen?**

//TODO

**Was muss man noch unbedingt über Topologien und “Bandwidth” wissen?**

//TODO

## **8 Antworten T3**

**Was sind die wichtigsten Merkmale von Kupferkabeln?**

//TODO

**Was für Kupferkabelarten werden heutzutage in Computernetzwerken am häufigsten verwendet?**

//TODO

**Wie sind sie aufgebaut?**

//TODO

**Wie sehen die Stecker aus?**

//TODO



**Worauf muss bei der Handhabung und Verlegung der Kupferkabel besonders geachtet werden und warum?**

//TODO

**Woraus resultieren die Längenbeschränkungen der Kupferverkabelung?**

//TODO

**Was muss man noch unbedingt über Kupferkabel wissen?**

//TODO

## **9 Antworten T4**

**Was sind die wichtigsten Merkmale von Glasfaserkabeln?**

//TODO

**Wie sind sie aufgebaut?**

//TODO

**Wie sehen die Stecker aus?**

//TODO

**Worauf muss bei der Handhabung und Verlegung von Glasfaserkabeln besonders geachtet werden und warum?**

//TODO

**Woraus resultieren die Längenbeschränkungen der Glasfaserkabelverkabelung?**

//TODO

**Wo ist der Unterschied zwischen Multi- und Singlemode (Monomode)- Glasfasern?**

//TODO

**Was sind die Vor- und Nachteile von Glasfaserkabel (im Vergleich zu Kupferkabeln)?**

//TODO

**Was muss man noch unbedingt über Glasfaserkabel wissen?**

//TODO

## **10 Antworten T5**

**Was sind die wichtigsten Merkmale von «Wireless Media»?**

//TODO

**Welche Wireless Access Geräte arbeiten auf Layer I?**

//TODO

**Was für Wireless Standards gibt's in Computernetzwerken?**

//TODO

**Was sind ihre Hauptmerkmale und Anwendungsbereiche?**

//TODO

**Was sind die Vor- und Nachteile von «Wireless Access» Methoden im Vergleich mit «Wired Access»?**

//TODO

## Teil IV

# SW 04 - Data Link Layer - Sicherungsschicht

## 11 Lernziele (Leitfragen)

- Was ist der Unterschied zwischen CSMA/CD und CSMA/CA? Wo werden sie verwendet?
- Was ist der Zweck der Sicherungsschicht?
- Wie ist die Sicherungsschicht aufgeteilt? Was ist die Hauptaufgabe der LLC und MAC Schichten?
- Welches sind die am häufigsten verwendeten Zugriffsverfahren?
- Was für Felder findet man in der Sicherungsschicht Frame?
- Was sind die wichtigsten Merkmale von MAC Adressen?
- Was machen Endgeräte, wenn ihre NIC ein Frame im Medium erkennen?
- Wie werden Sicherungsschicht Frames in einem Switch bearbeitet?
- Wie funktioniert der «Learn-and-forward» Prozess?
- Was ist der Unterschied zwischen «Unicast» und «Broadcast» Frames?
- Was ist der Zweck ARPs?
- Wie funktioniert ARP?

## 12 Antworten

**Was ist der Unterschied zwischen CSMA/CD und CSMA/CA? Wo werden sie verwendet?**

//TODO

**Was ist der Zweck der Sicherungsschicht?**

//TODO

**Wie ist die Sicherungsschicht aufgeteilt? Was ist die Hauptaufgabe der LLC und MAC Schichten?**

Logical Link Control

**Welches sind die am häufigsten verwendeten Zugriffsverfahren?**

//TODO

**Was für Felder findet man in der Sicherungsschicht Frame?**

- Head
- Data
- Trailer

//TODO Frame Fields picture

**Was sind die wichtigsten Merkmale von MAC Adressen?**

- 48 bits = 12 hex-Ziffern = 6 bytes
- einzigartig
- Erste Hälfte von Hersteller, zweite Hälfte zufällig

**Was machen Endgeräte, wenn ihre NIC ein Frame im Medium erkennen?**

//TODO

**Wie werden Sicherungsschicht Frames in einem Switch bearbeitet?**

//TODO

**Wie funktioniert der «Learn-and-forward» Prozess?**

//TODO

**Was ist der Unterschied zwischen «Unicast» und «Broadcast» Frames?**

//TODO

**Was ist der Zweck ARPs?**

Das Address Resolution Protocol vermittelt zwischen der Sicherungsschicht und der Netzwerkschicht.

**Wie funktioniert ARP?**

//TODO

## Teil V

# SW 05/06 - Network Layer - Vermittlungsschicht

## 13 Lernziele (Leitfragen) SW 05

- Was ist der Zweck der Vermittlungsschicht?
- Was für Protokolle findet man in der Vermittlungsschicht?
- Was sind die wichtigsten Merkmale des IPv4 Protokolls?
- Wie lange sind IPv4 Adressen?
- Wie sind IPv4 Adressen unterteilt?
- Wie findet man die Netzwerkadresse anhand der Hostadresse und der Subnetzmaske?
- Was ist die Verbindung zwischen Subnetzmasken und «Slash Notation»?
- Was ist der Unterschied zwischen Private und Public IPv4 Adressen?
- Wie werden Private IPv4 Adressen verwendet im Internet?
- Wieso brauchen wir Private IPv4 Adressen?
- Was ist eine Loopbackadresse? Wie wird diese Adresse verwendet?
- Was sind «Link-Local» (APIPA) Adressen? Wie und wann werden diese Adressen verwendet?
- Wie routet ein Host seine eigenen IPv4 Pakete?
- Was ist die Rolle der Default Gateway in dem Routing Prozess?

## 14 Antworten

### Was ist der Zweck der Vermittlungsschicht?

- \*Addressing end devices
- Encapsulation
  - IP encapsulates the transport layer segment
  - IP can use either an IPv4 or IPv6 packet and not impact the layer 4 segment
  - IP packet will be examined by all layer 3 devices as it traverses the network
  - The IP addressing does not change from source to destination (except when NAT is used)
- \*Routing
- De-Encapsulation

### Was für Protokolle findet man in der Vermittlungsschicht?

### Was sind die wichtigsten Merkmale des IPv4 Protokolls?

Network Layer is connectionless

- No connection (establishment): packets are just sent
- No control information (synchronizations, acknowledgements, etc.)
- The destination will receive the packet... hopefully!

Network Layer does best effort

- No delivery guarantee
- No mechanism to resend data
- Does not know if the other device is operational or if it received the packet

Network Layer is media independent

- IP does not care about the Data Link Layer or the Physical Layer
- With one exception: try not to exceed the Data Link Layer Maximum Transfer Unit (MTU)
  - MTU must be provided by the Data Link Layer
  - Undesirable for the Network Layer packet size to exceed the DL Layer MTU
  - What happens if the IP packet is larger than the DL MTU?

### Wie lange sind IPv4 Adressen?

4 bytes = 32 bits

**Wie sind IPv4 Adressen unterteilt?**

- Network Address
- Host Address
- Broadcast Address

**Wie findet man die Netzwerkadresse anhand der Hostadresse und der Subnetzmaske?**

//TODO

**Was ist die Verbindung zwischen Subnetzmasken und «Slash Notation»?**

//TODO

**Was ist der Unterschied zwischen Private und Public IPv4 Adressen?**

Auf private IPv4 Adressen kann von aussen nicht direkt zugegriffen werden. Diese sind nach aussen hin unsichtbar.

**Wie werden Private IPv4 Adressen verwendet im Internet?**

NAT

**Wieso brauchen wir Private IPv4 Adressen?**

Um innerhalb des LANs auf Endgeräte zugreifen zu können.

**Was ist eine Loopbackadresse? Wie wird diese Adresse verwendet?**

Die Loopbackadresse zeigt auf den eigenen Host. Diese wird meistens dazu genutzt, um Programme, die als Server dienen können, lokal zu betreiben.

**Was sind «Link-Local» (APIPA) Adressen? Wie und wann werden diese Adressen verwendet?**

//TODO

**Wie routet ein Host seine eigenen IPv4 Pakete?**

//TODO

**Was ist die Rolle der Default Gateway in dem Routing Prozess?**

//TODO

## 15 Lernziele (Leitfragen) SW 06

- How do I find out my IPv4 configuration?
- How do I find the IP address associated to a URL?
- How do I determine if a host is “up” given its IP or URL?
- How do I find out which intermediate network devices are there between my host and another host, given its IPv4 address (or URL)?
- Wieso brauchen wir IPv6? Was sind die Nachteile von IPv4?
- Wie lange sind IPv6 Adressen?
- Was sind die Regeln, um eine IPv6 Adresse zu komprimieren?
- Wie sind IPv6 Adressen unterteilt?
- Was für IPv6 unicast Address Arten gibt es?
- Über welche IPv6 unicast Adressen sollte ein richtig konfigurierte Host mindestens verfügen?
- Wie sind IPv6 Global Unicast Addresses (GUAs) unterteilt?
- Welche Mechanismen werden verwendet, um IPv4 und IPv6 Netzwerken miteinander zu verbinden?

## 16 Antworten

### How do I find out my IPv4 configuration?

Windows: ipconfig [/all]

```
Drahtlos-LAN-Adapter WLAN:

Verbindungsspezifisches DNS-Suffix: campus.intern
Beschreibung. . . . . : Qualcomm Atheros QCA9377 Wireless Network Adapter
Physische Adresse . . . . . : 78-C9-4E-B9-49-EB
DHCP aktiviert. . . . . : ja
Autokonfiguration aktiviert . . . . : ja
Verbindungslokale IPv6-Adresse . . . : fe80::151b:6b67:d310:a28b%27(Bevorzugt)
IPv4-Adresse . . . . . : 10.155.103.99(Bevorzugt)
Subnetzmaske . . . . . : 255.255.224.0
Lease erhalten. . . . . : Dienstag, 26. Oktober 2021 08:52:17
Lease läuft ab. . . . . : Dienstag, 26. Oktober 2021 23:19:28
Standardgateway . . . . . : 10.155.96.1
DHCP-Server . . . . . : 10.26.18.177
DHCPv6-IAID . . . . . : 124832078
DHCPv6-Client-DUID. . . . . : 00-01-00-01-26-CE-DA-36-70-C9-4E-B9-49-EB
DNS-Server . . . . . : 10.26.17.179
                        10.26.17.177
NetBIOS über TCP/IP . . . . . : Aktiviert
```

Abbildung 10: Adapterkonfiguration in Windows mit ipconfig /all

Unix: ifconfig

```
administrator@Server:~$ ifconfig
lo: flags=73<UP,LOOPBACK,RUNNING> mtu 65536
    inet 127.0.0.1 netmask 255.0.0.0
    inet6 ::1 prefixlen 128 scopeid 0x10<host>
    loop txqueuelen 1000 (Lokale Schleife)
    RX packets 44525 bytes 3318049 (3.3 MB)
    RX errors 0 dropped 0 overruns 0 frame 0
    TX packets 44525 bytes 3318049 (3.3 MB)
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0

p2p1: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST> mtu 1500
    inet 10.0.0.5 netmask 255.255.255.0 broadcast 10.0.0.255
    inet6 2a02:120b:2c4f:doc0:d63d:7eff:feb0:3314 prefixlen 64 scopeid 0x0<global>
    inet6 fe80::d63d:7eff:feb0:3314 prefixlen 64 scopeid 0x20<link>
    ether d4:3d:7e:b0:33:14 txqueuelen 1000 (Ethernet)
    RX packets 6309878 bytes 1977124401 (1.9 GB)
    RX errors 0 dropped 144109 overruns 0 frame 0
    TX packets 2785408 bytes 817332695 (817.3 MB)
    TX errors 0 dropped 0 overruns 0 carrier 0 collisions 0
```

Abbildung 11: Adapterkonfiguration in Ubuntu mit ifconfig

### How do I find the IP address associated to a URL?

nslookup <URL>

```
C:\>nslookup hslu.ch
Server:      inf47.campus.intern
Address:     10.26.17.179

Name:       hslu.ch
Address:    147.88.201.68
```

Abbildung 12: nslookup in Windows

```
administrator@Server:~$ nslookup hslu.ch
Server:      127.0.0.53
Address:     127.0.0.53#53

Non-authoritative answer:
Name:       hslu.ch
Address:    147.88.201.68
```

Abbildung 13: nslookup in Ubuntu

## How do I determine if a host is “up” given its IP or URL?

Windows:

- ping [-4] <URL>
- ping <IPv4-Adresse>

```
C:\>ping hslu.ch

Ping wird ausgeführt für hslu.ch [147.88.201.68] mit 32 Bytes Daten:
Antwort von 147.88.201.68: Bytes=32 Zeit=3ms TTL=59
Antwort von 147.88.201.68: Bytes=32 Zeit=4ms TTL=59
Antwort von 147.88.201.68: Bytes=32 Zeit=6ms TTL=59
Antwort von 147.88.201.68: Bytes=32 Zeit=4ms TTL=59

Ping-Statistik für 147.88.201.68:
    Pakete: Gesendet = 4, Empfangen = 4, Verloren = 0
            (0% Verlust),
    Ca. Zeitangaben in Millisek.:
        Minimum = 3ms, Maximum = 6ms, Mittelwert = 4ms
```

Abbildung 14: ping in Windows

Unix: ping <IPv4-Adresse | URL> (Ctrl+C zum abbrechen)

```
administrator@Server:~$ ping google.ch
PING google.ch (zrh04s16-in-x03.lel00.net (2a00:1450:400a:808::2003)) 56 data bytes
64 bytes from zrh04s16-in-x03.lel00.net (2a00:1450:400a:808::2003): icmp_seq=1 ttl=117 time=5.98 ms
64 bytes from zrh04s16-in-x03.lel00.net (2a00:1450:400a:808::2003): icmp_seq=2 ttl=117 time=5.14 ms
64 bytes from zrh04s16-in-x03.lel00.net (2a00:1450:400a:808::2003): icmp_seq=3 ttl=117 time=5.07 ms
64 bytes from zrh04s16-in-x03.lel00.net (2a00:1450:400a:808::2003): icmp_seq=4 ttl=117 time=6.49 ms
64 bytes from zrh04s16-in-x03.lel00.net (2a00:1450:400a:808::2003): icmp_seq=5 ttl=117 time=6.72 ms
64 bytes from zrh04s16-in-x03.lel00.net (2a00:1450:400a:808::2003): icmp_seq=6 ttl=117 time=5.74 ms
^C
--- google.ch ping statistics ---
6 packets transmitted, 6 received, 0% packet loss, time 5005ms
rtt min/avg/max/mdev = 5.078/5.694/6.497/0.485 ms
```

Abbildung 15: ping in Ubuntu

## How do I find out which intermediate network devices are there between my host and another host, given its IPv4 address (or URL)?

Windows:

- tracert [-4] <URL>
- tracert <IPv4 Address>

```
C:\>tracert hslu.ch

Routenverfolgung zu hslu.ch [147.88.201.68]
über maximal 30 Hops:

 1  2 ms    2 ms    2 ms  10.155.96.2
 2  3 ms    3 ms    3 ms  a-stud-u_rz1-sc-1_3553.net.intern [10.0.38.131]
 3  4 ms    4 ms    3 ms  lambda_rz1-pe-1_2505.net.intern [10.0.32.141]
 4  57 ms   3 ms    3 ms  lambda_ifw_2701.net.intern [10.7.0.10]
 5  7 ms    3 ms    4 ms  r-dmz_rz1-pe-1_2702.net.intern [10.7.8.2]
 6  6 ms    3 ms    3 ms  147.88.201.68

Ablaufverfolgung beendet.
```

Abbildung 16: tracert in Windows

Unix: traceroute <IPv4 Address | URL>

```
administrator@Server:~$ traceroute hslu.ch
traceroute to hslu.ch (147.88.201.68), 30 hops max, 60 byte packets
 1  internetbox.home (10.0.0.1)  0.406 ms  0.501 ms  0.588 ms
 2  1.252.196.176.dynamic.wline.res.cust.swisscom.ch (178.196.252.1)  4.089 ms  3.962 ms  4.011 ms
 3  * * *
 4  * * *
 5  1711zf-005-ae3.bb.ip-plus.net (138.187.129.196)  4.603 ms  4.501 ms  4.530 ms
 6  179zbb-015-ae14.bb.ip-plus.net (138.187.129.195)  5.117 ms  2.580 ms  4.077 ms
 7  179tix-021-ae11.bb.ip-plus.net (138.187.130.38)  4.111 ms  3.555 ms  3.627 ms
 8  193.134.95.27 (193.134.95.27)  3.665 ms  3.733 ms  3.629 ms
 9  swiE23-10GE-0-1-0-4.switch.ch (130.59.38.109)  4.384 ms  3.852 ms  4.189 ms
10  swiE21-F3.switch.ch (130.59.36.33)  3.515 ms  3.527 ms  4.792 ms
11  swiA20-10GE-0-2-0.switch.ch (130.59.39.1)  5.621 ms  5.154 ms  5.055 ms
12  swiL22-10GE-1-4.switch.ch (130.59.36.214)  4.390 ms  4.359 ms *
13  147.88.192.2 (147.88.192.2)  16.073 ms  17.021 ms  16.451 ms
14  * * *
15  * * *
16  * * *
17  * * *
18  * * *
19  * * *
20  * * *
21  * * *
22  * * *
23  * * *
24  * * *
25  * * *
26  * * *
27  * * *
28  * * *
29  * * *
30  * * *
```

Abbildung 17: traceroute in Ubuntu

## Wieso brauchen wir IPv6? Was sind die Nachteile von IPv4?

//TODO

## Wie lange sind IPv6 Adressen?

128 bit

## Was sind die Regeln, um eine IPv6 Adresse zu komprimieren?

//TODO

## Wie sind IPv6 Adressen unterteilt?

//TODO

## Was für IPv6 unicast Adress Arten gibt es?

//TODO



## Über welche IPv6 unicast Adressen sollte ein richtig konfigurierte Host mindestens verfügen?

- 64 bit prefix
  - **Global Routing Prefix:** Portion of the address that is assigned by the provider, such as an ISP, to a customer or site. The global routing prefix will vary depending on ISP policies.
  - **Subnet ID:** Portion between the Global Routing Prefix and the Interface ID. The Subnet ID is used by an organization to identify subnets within its site.
- Interface ID: Equivalent to the host portion of an IPv4 address.

## Wie sind IPv6 Global Unicast Addresses (GUAs) unterteilt?

//TODO

## Welche Mechanismen werden verwendet, um IPv4 und IPv6 Netzwerken miteinander zu verbinden?

1. Dual stack - The devices run both IPv4 and IPv6 protocol stacks simultaneously.
2. Tunneling - A method of transporting an IPv6 packet over an IPv4 network. The IPv6 packet is encapsulated inside an IPv4 packet.
3. Translation - Network Address Translation 64 (NAT64) allows IPv6-enabled devices to communicate with IPv4-enabled devices using a translation technique similar to NAT for IPv4.

## Teil VI

# SW 07 - Transport Layer - Transportschicht

## 17 Lernziele (Leitfragen)

- Was ist der Zweck der Transportschicht?
- Was für Protokolle findet man in der Transportschicht?
- Was sind die wichtigsten Merkmale des TCP Protokolls?
- Was sind die wichtigsten Merkmale des UDP Protokolls?
- Wozu werden Ports in der Transportschicht verwendet?
- Was ist ein Socket?
- Was ist ein «Socket Pair»?
- Geben Sie Beispiele von Anwendungen die TCP verwenden
- Für welche Applikationsarten ist UDP besser geeignet als TCP?
- Welches Portintervall verwenden normalerweise bekannte Netzwerkanwendungen und -dienste?
- Wie realisiert TCP zuverlässige Verbindungen?
- Was ist der Zweck des TCP Handshake?
- Wie funktioniert der TCP Handshake?
- Wie werden Verbindungen in TCP richtig beendet?
- Was ist der Zweck von «Selective Acknowledgements»?

## 18 Antworten

### Was ist der Zweck der Transportschicht?

- Multiplexing: Logische Kommunikation zwischen Applikationen, welche auf verschiedenen Hosts laufen
- Link zwischen Application Layer und darunterliegenden Layern
- Individuelle Kommunikationen verfolgen (jeder Tab im Browser) //TODO pic
- Segmentierung der Daten und wieder zusammenfügen
- Header Information hinzufügen
- Identifizieren, Teilen und verschiedene Konversationen managen
- Segmentierung //TODO Folie schauen

### Was für Protokolle findet man in der Transportschicht?

- TCP - Transmission Control Protocol
  - Zuverlässigkeit - Reliability
    - \* Nummerieren von Datensegmenten
    - \* Bestätigen von übertragenen Daten
    - \* Erneutes Senden von Daten, wenn Zeit abgelaufen
    - \* Reorganisation von Daten, wenn in falscher Reihenfolge empfangen: 1, 3, 5, 4, 2 → 1, 2, 3, 4, 5
  - Durchsatzkontrolle - Flow Control
    - \* Effizienteste Rate für Empfänger
- UDP - User Datagram Protocol
  - //TODO

### Was sind die wichtigsten Merkmale des TCP Protokolls?

//TODO

### Was sind die wichtigsten Merkmale des UDP Protokolls?

//TODO

### Wozu werden Ports in der Transportschicht verwendet?

//TODO

## Was ist ein Socket?

Ein Socket ist die Kombination von Source IP Address & Source Port oder Destination IP Address & Destination Port

## Was ist ein «Socket Pair»?

Unique Identifier für eine Verbindung.

## Geben Sie Beispiele von Anwendungen die TCP verwenden

- Mail (POP, IMAP)
- Secure Shell (SSH)
- FTP
- HTTP

## Für welche Applikationsarten ist UDP besser geeignet als TCP?

- DHCP
- DNS
- SNMP
- TFTP
- VoIP
- Video Conferencing

## Welches Portintervall verwenden normalerweise bekannte Netzwerkanwendungen und -dienste?

- Low Ports / Well-known Ports: 0-1023, //TODO
- Registered Ports: 1024-49151, //TODO
- Private and/or Dynamic Ports: 49152-65535, //TODO

## Wie realisiert TCP zuverlässige Verbindungen?

//TODO

## Was ist der Zweck des TCP Handshake?

- Wissen, dass Server da ist
- Client ist fähig Verbindung herzustellen
- Server weiss, dass Client verbinden möchte
- Vereinbarung zwischen Geräten über Session Control Parametern und optionalen Eigenschaften

## Wie funktioniert der TCP Handshake?

//TODO

## Wie werden Verbindungen in TCP richtig beendet?

//TODO

## Was ist der Zweck von «Selective Acknowledgements»?

//TODO

## Abbildungsverzeichnis

1	Physikalisches Netzwerkdiagramm (©Cisco) . . . . .	4
2	Logisches Netzwerkdiagramm (©Cisco) . . . . .	5
3	Klassisches Netz (©Cisco) . . . . .	6
4	Modernes, konvergiertes Netz (©Cisco) . . . . .	6
5	Fault tolerance - Fehlertoleranz (©Cisco) . . . . .	7
6	scalability - Skalierbarkeit (©Cisco) . . . . .	8
7	Quality of service . . . . .	9
8	Vergleich OSI mit TCP/IP Modell . . . . .	12
9	Windows Taschenrechner . . . . .	13
10	Adapterkonfiguration in Windows mit <code>ipconfig /all</code> . . . . .	23
11	Adapterkonfiguration in Ubuntu mit <code>ifconfig</code> . . . . .	23
12	<code>nslookup</code> in Windows . . . . .	23
13	<code>nslookup</code> in Ubuntu . . . . .	23
14	<code>ping</code> in Windows . . . . .	24
15	<code>ping</code> in Ubuntu . . . . .	24
16	<code>tracert</code> in Windows . . . . .	24
17	<code>tracert</code> in Ubuntu . . . . .	24

## Akronyme

**APIPA** Automatic Private IP Addressing

**IETF** Internet Engineering Task Force

# Index

Automatic Private IP Addressing (APIPA), 22

BYOD - Bring your own Device, 9

End Device, 4

IETF, 5

Intermediary Network Device, 4

Internet, 5

Model

- Client-Server, 4

- Peer to Peer, 4

Netzwerk

- Cloud Computing, 10

- Extranet, 6

- Fault tolerance, 7

- Intranet, 6

- Klassen, 5

- Konvergenz, 6

- LAN, 5

- QoS - Quality of Service, 8

- Scalability, 8

- Sicherheit, 9

- Sicherheitsziele, 9

- WAN, 5

Netzwerkdigramm

- logisch, 4

- physikalisch, 4

Service

- Infrastructure - IaaS, 10

- Platform - PaaS, 10

- Software - SaaS, 10

## Tabellenverzeichnis

1	TCP/IP Modell . . . . .	11
2	OSI Modell . . . . .	11