

# Matura NWES-SESD

Höhere Technische Bundeslehr- und Versuchsanstalt Anichstraße

---

Abteilung für Wirtschaftsingenieure/Betriebsinformatik

Ausgeführt im Schuljahr 2024 von:  
Gwercher

# Inhaltsverzeichnis

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>I</b> | <b>4BHWII</b>  | <b>1</b>  |
| <b>1</b> | <b>IPv4 (Internet Protocol Version 4):</b>                   | <b>2</b>  |
| <b>2</b> | <b>Netzwerke im Alltag und Grundbegriffe</b>                 | <b>4</b>  |
| 2.1      | Referenzmodell (OSI und TCP/IP) . . . . .                    | 6         |
| 2.1.1    | Layer 1 (Physical) . . . . .                                 | 8         |
| 2.1.2    | Layer 2 (Data Link) . . . . .                                | 10        |
| 2.1.3    | Layer 3 (Network) . . . . .                                  | 14        |
| 2.1.4    | Layer 4 (Transport) . . . . .                                | 18        |
| 2.1.5    | Layer 5, 6, 7 (Session, Presentation, Application) . . . . . | 22        |
| <b>3</b> | <b>template</b>  | <b>23</b> |
| 3.1      | image . . . . .  | 23        |
| 3.2      | code . . . . .   | 23        |
| <b>I</b> | <b>Quellcodeverzeichnis</b>                                  | <b>II</b> |

# Teil I

## 4BHWII

# 1 IPv4 (Internet Protocol Version 4):

Eine IPv4-Adresse ist eine 32-Bit Zahl. Es gibt also  $2^{32} \approx 4,3$  Milliarden IPv4-Adressen.

## Bsp:

|          |          |          |          |
|----------|----------|----------|----------|
| 11000000 | 10101000 | 00001010 | 00001010 |
| 192      | 168      | 10       | 10       |

→ 192.168.10.10

## Schreibweise:

Die IPv4-Adresse wird in Dotted Decimal Notation geschrieben. Die IP-Adresse wird in 8-Bit Blöcke (Oktetten) geteilt, dezimal übersetzt und durch Punkte getrennt.

## Verwendung

Jedes Gerät soll durch eine Adresse (IP-Adresse) eindeutig identifiziert werden. Zusätzlich sollten auch Gruppen (Netze) von Computern erstellt werden (mit Subnetzmasken). Ein Gerät mit IP-Adresse nennt man Host.

## Subnetzmask

Ist eine 32-Bit Zahl, die in Dotted Decimal Notation beschrieben wird. Es kommen zuerst alles Einsen und nach der ersten Null nur noch Nullen.

## Typische Subnetzmasken:

|               | Präfix | Hosts                     |
|---------------|--------|---------------------------|
| 255.0.0.0     | 8      | $2^{24} - 2 = 16.777.214$ |
| 255.255.0.0   | 16     | $2^{16} - 2 = 65.534$     |
| 255.255.255.0 | 24     | $2^8 - 2 = 254$           |

## Bsp:

| Telefonnummer |             | IP-Adresse |          |
|---------------|-------------|------------|----------|
| +43 664       | 123456      | 172.16.    | 20.25    |
| Netz          | einzigartig | 255.255.   | 0.0      |
|               |             | Netzteil   | Hostteil |

Die Subnetzmaske trennt die IP-Adresse in Netzteil und Hostteil. IP-Adresse und Subnetzmaske gehören immer zusammen.

1) 2 IP-Adressen im gleichen Netz

10.10.226.120 / 24

10.10.226.80 / 24

2) 2 IP-Adressen nicht im gleichen Netz

11.40.30.124 / 24

14.8.50.100 / 24

3) Anzahl der Hosts

$2^8 - 2$  10.10.226.0 (Netzadresse)

10.10.226.255 (Broadcastadresse)

192.168.20.100 / 8

Netz: 192.0.0.0

Broad: 192.255.255.255

## 2 Netzwerke im Alltag und Grundbegriffe

### Netzwerk Komponenten

- Endgeräte (PC, Handy, Uhr, TV, Server,...)
- Intermediary Devices (Router, Repeater, Switch, Hub, Access Point)
- Übertragungsmedien (Drahtlos, Kupfer, Glasfaser)

### Host-Aufgaben

- Client-Server-Modell
- Peer-to-Peer Modell
  - + Komplexität
  - + Leichter zum Aufsetzen
  - Security
  - Erweiterbarkeit

### Netzwerk Dokumentation

- Physische Topologie (Räume, ...)
- Logische Topologie (Netze, ...)

### Netzwerke nach Größe

- SOHO ... small office home office
- LAN ... local area network
- MAN ... metropolitan area network
- WAN ... wide area network
- Internet

### Netzwerke nach Funktion

- SAN ... storage area network
- Intranet, Extranet

### **Internetzugang**

- Kabel (Glasfaser)
- DSL / Dial Up
- Mobilfunknetz
- Satellit

### **Trends**

- Video / Streaming
- Cloud
- Drahtlos (5G)
- BYOD (bring your own device)
- Online Collaboration
- Powerline Method

### **Netzwerkarchitektur**

- Quality of Service QoS
- Erweiterbarkeit
- Security
- Fehlertoleranz

### **Security**

- Ransomware
- DoS / DDoS
- Virus, Wurm, Trojaner
- Social Engineering
- Zero-Day-Attack

## 2.1 Referenzmodell (OSI und TCP/IP)

| OSI                  | Protokolle               | TCP/IP               |
|----------------------|--------------------------|----------------------|
| 7 Application Layer  | HTTPS, FTP, Telnet, SSH  | Application Layer    |
| 6 Presentation Layer | POP, SMTP, IMAP          |                      |
| 5 Session Layer      | DHCP, NTP, DNS           |                      |
| 4 Transport Layer    | TCP, UDP                 | Transport Layer      |
| 3 Netzwerk Layer     | IP, ICMP; OSPF, BGP, RIP | Internet Layer       |
| 2 Data Link Layer    | Wifi, Ethernet, ARP      | Network Access Layer |
| 1 Physical Layer     |                          |                      |

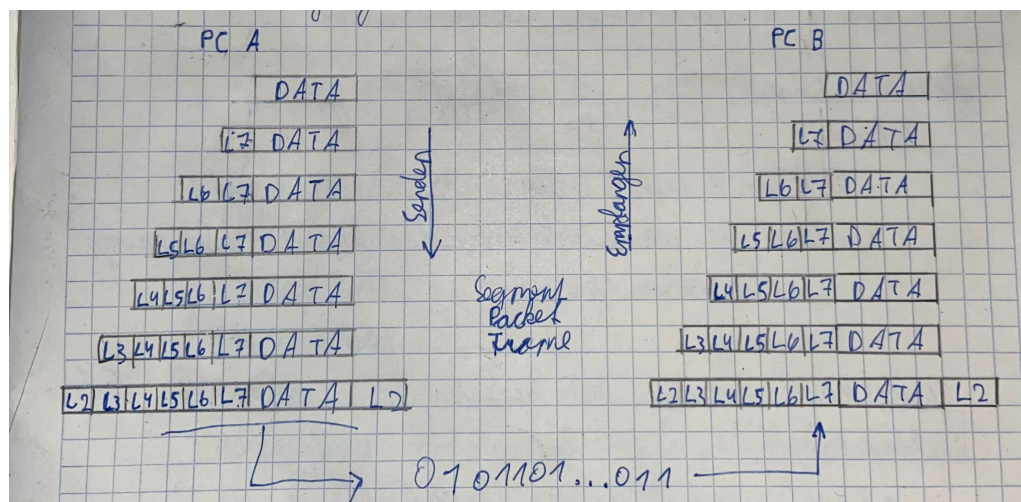


Abbildung 2.1: OSI-Modell Datenübertragung

- Layer 1 (Physical):** Bits übertragen
- Layer 2 (Data Link):** Lokale Adressierung, Fehlererkennung
- Layer 3 (Network):** Globale Adressierung, Routing
- Layer 4 (Transport):** Datenpaketzuordnung, Segmentierung, Datenfluss steuern
- Layer 5 (Session):** Session Verwalten, Verschlüsselung
- Layer 6 (Presentation):** Darstellung der Daten
- Layer 7 (Application):** Funktionen für die Application

### Cisco CLI



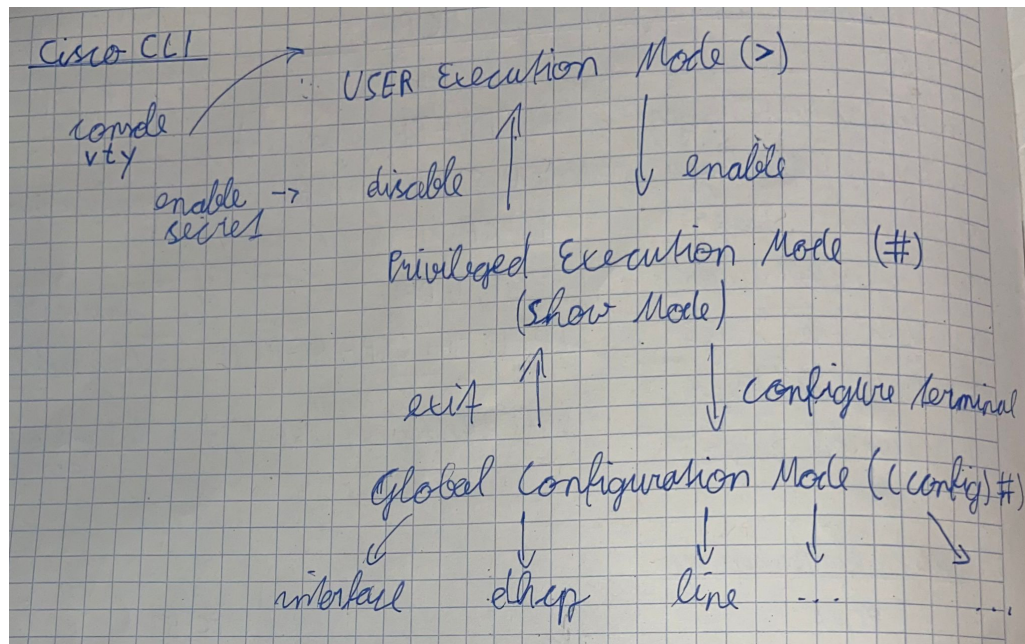


Abbildung 2.2: Cisco CLI

### 2.1.1 Layer 1 (Physical)

#### Aufgaben

- Bits von A nach B bringen
- elektrische, mechanische oder andere physische Verbindung zwischen zwei Geräten
- Kodierung

**Geräte:** Kabel, Antenne, Hub, Repeater,...

#### Wichtige Begriffe

- Bandbreite (bits/s → theoretisch)
- Durchsatz (bits/s → praktisch)
- Latenz (Dauer der Daten von A bis B in ms)

#### Typische Medien

- Kupferkabel (Twisted-Pair-Kabel)
  - + Günstig  $\approx$  Distanz (ca 100m)
  - + einfache Handhabung  $\approx$  Geschwindigkeit
  - Interferenzen (Störungen)

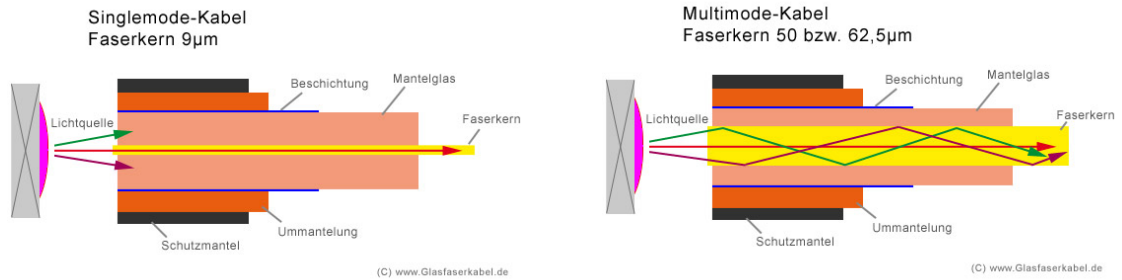
Straight Through (beide Enden gleich)

Crossover (verschiedene Enden)

(durch Auto MDIX werden Enden automatisch konfiguriert)

- Koaxialkabel
- Glasfaserkabel

Arten: Single-Mode (Senden Laser, Reichweite 1-10km)  
Multi-Mode (Senden LED, Reichweite ca 600m)



(a) Single-Mode

(b) Multi-Mode

Abbildung 2.3: Glasfaserkabelarten

- + Speed
- + Reichweite
- + Störungen
- Teuer
- Handhabung

- Drahtlos

Übertragung: elektromagnetische Wellen über Luft

- + Flexibel
- Störungen
- Shared Medium
- Reichweite (ca 100m), Hindernisse
- Security

## 2.1.2 Layer 2 (Data Link)

### Aufgaben

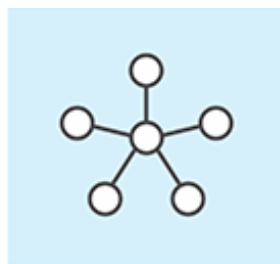
- lokale Adressierung
- Fehlererkennung
- Zugang zum Medium herstellen
- Kommunikation mit Layer 3

**Geräte:** Netzwerkkarte, Switch, Bridge,...

**Standards:** Wifi (802.11), Ethernet (802.2, 802.3)

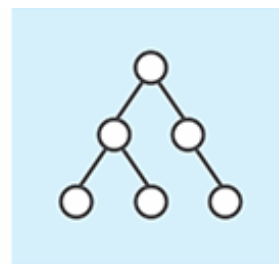
### Topologie

- Sterntopologie
- Baumtopologie
- Punkt-zu-Punkt



#### **Stern**

Verfügt über ein zentrales Gerät, das Daten an andere Knoten im System überträgt.



#### **Baum**

Verbindet Geräte in einer Struktur, die einem Baum ähnelt, bei dem übergeordnete Knoten mit untergeordneten Knoten verbunden sind.

Abbildung 2.4: Baum- und Sterntopologie

### Ethernet

| L2 (Header) |                       |          |            |              |             | L3-L7          | DATA         | L2 (Trailer) |
|-------------|-----------------------|----------|------------|--------------|-------------|----------------|--------------|--------------|
| Preamble    | Start Frame Delimiter | Dest MAC | Source MAC | VLANs 802.1q | Type/Length |                | Daten        | FCS          |
| 7 Byte      | 1 Byte                | 6 Byte   | 6 Byte     | 4 Byte       | 2 Byte      |                | 46-1500 Byte | 4 Byte       |
|             |                       |          |            |              |             | 1514-1522 Byte |              |              |

Abbildung 2.5: Ethernet Frame

### MAC-Adresse

Die MAC-Adresse ist eine 48-Bit Zahl und wird in hexadecimal dargestellt.

Bsp:

Hersteller für den Hersteller einzigartig

DC F5 05 | 17 9A 69

Jede Netzwerkkarte besitzt eine weltweit einzigartige (theoretisch) MAC-Adresse.

### Type

Kodierung für Layer 3

0x800 → IP

0x806 → ARP

### Fehlerkennung

Frame Checksum (CRC)

Polynomdivision mit einem Polynom von Grad 32

### Funktion eines Switches

Der Switch baut mit der Source-MAC seine MAC-Tabelle auf. Dort steht zu jeder MAC-Adresse der passende Port. Falls die MAC-Adresse schon eingetragen ist, wird ein Timer aktualisiert. Sollte es noch keinen Eintrag geben wird er hinzugefügt und bleibt dort eine gewisse Zeit (5 Minuten) bevor er gelöscht wird. Der Switch vergleicht die Destination-MAC mit seiner MAC-Tabelle. Falls der Switch keinen Eintrag findet sendet er an alle Ports (Flooding, Unknown Unicast). Sonst sendet er an den Port, wo er den Frame bekommen hat.

Layer 2 Broadcast Adresse: FF:FF:FF:FF:FF:FF

### L2, L3 Adressierung

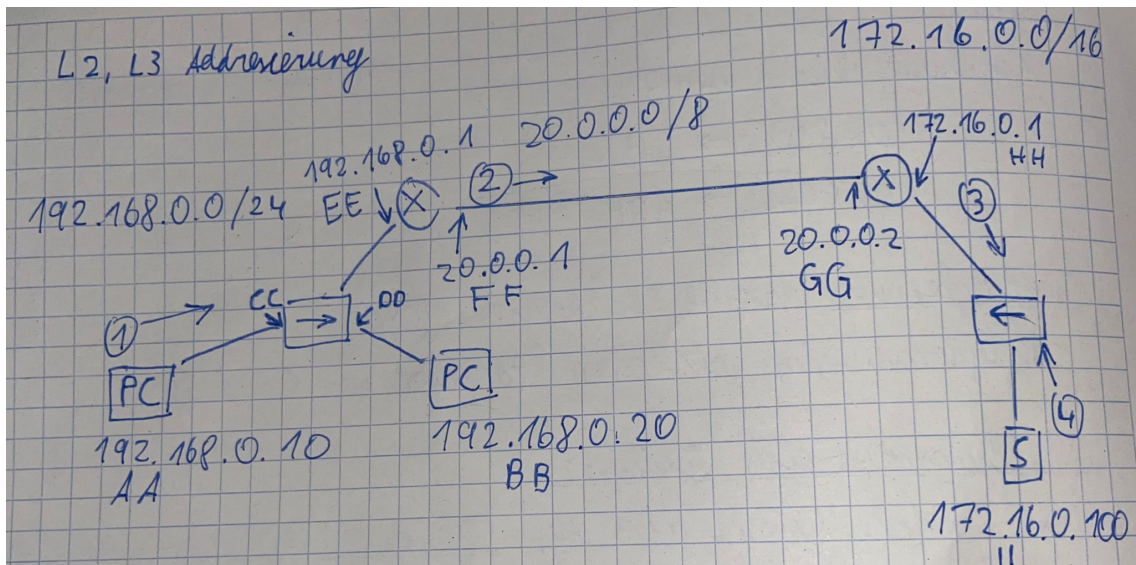


Abbildung 2.6: Layer 2 & 3 Adressierung

|   | Source MAC | Destination MAC | Source IP    | Destination IP |
|---|------------|-----------------|--------------|----------------|
| 1 | AA         | EE              | 192.168.0.10 | 172.16.0.100   |
| 2 | FF         | GG              | 192.168.0.10 | 172.16.0.100   |
| 3 | HH         | II              | 192.168.0.10 | 172.16.0.100   |
| 4 | II         | HH              | 172.16.0.100 | 192.168.0.10   |

### ARP (Address Resolution Protocol)

Nutzt ein Host um zu einer gegebenen IP-Adresse die passende MAC-Adresse zu finden

#### ARP-Request (Broadcast)

Source MAC: eigene MAC-Adresse

Destination MAC: FF-FF-FF-FF-FF-FF

Type: 0x806 Danach ARP-Header (IP, MAC, Protokoll)

#### ARP-Reply Unicast (auch als Broadcast möglich)

Source MAC: eigene MAC-Adresse (gesucht)

Destination MAC: MAC-Adresse (Anfrage)

Type: 0x806

Danach ARP-Header

#### ARP-Cache

Die Einträge werden im ARP-Cache gespeichert (ca 5 min)

IP MAC Time

#### ARP-Spoofing

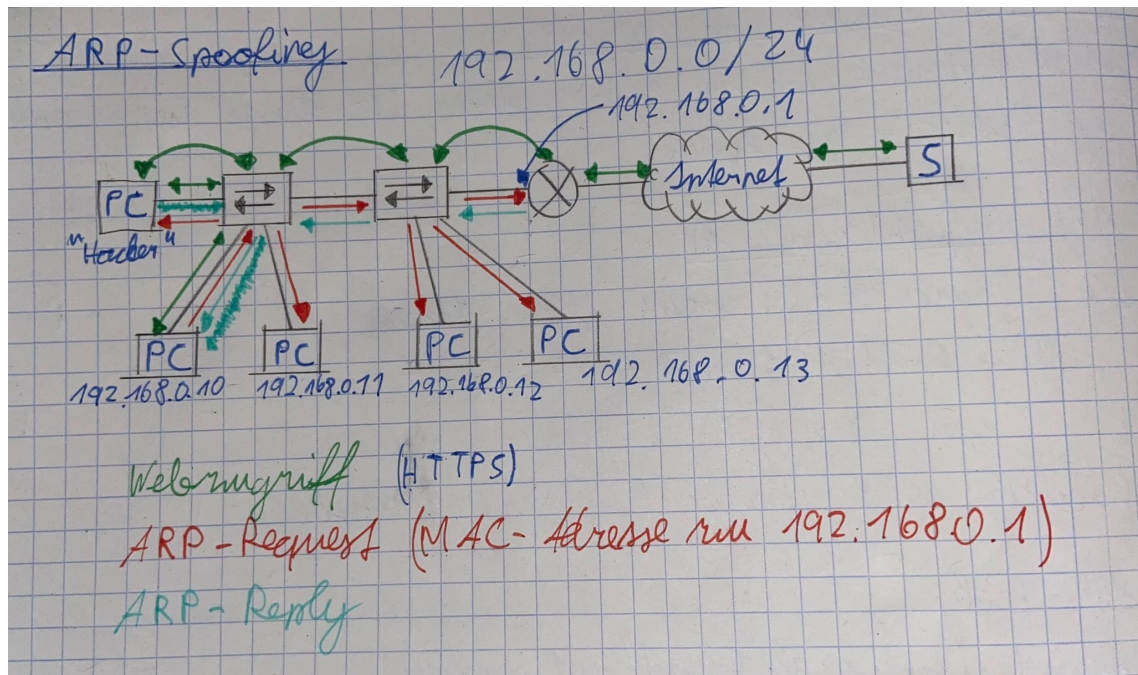


Abbildung 2.7: ARP-Spoofing



### 2.1.3 Layer 3 (Network)

#### Aufgaben

- Routing
- Globale Adressierung
- Kommunikation mit L2 & L4

**Protokolle:** IPv4, IPv6, ICMP, RIP, OSPF, EIGRP, IS-IS, BGP

#### IPv4

Eigenschaften von IP

- Verbindungslos
- Best Effort
- Medium unabhängig

**IP-Header (8.2.2)** Wichtige Felder: Source & Destination IP, Time-to-Live

#### Kommunikationsart

- Unicast (IP des Host)
- Multicast (224.0.0.0 - 239.255.255.255)
- Broadcast (letzte IP im Netz, 255.255.255.255)

#### Spezielle IP-Adressen

- 127.0.0.0 / 8 ... localhost
- 10.0.0.0 / 8  
172.16.0.0 / 12  
192.168.0.0 / 16 ... private IP-Adressen (NAT)
- 169.254.0.0 / 16 ... APIPA
- 192.0.2.0 / 24 ... Testnetz

**Fazit:** Zu wenig IPv4-Adressen!

#### Deshalb

- VLSM (variable length subnet mask)
- NAT



- IPv6

### **Classful Addressing (uralt)**

Das erste Oktett bestimmt die Subnetzmaske (/8, /16, /24)

|          |         |            |                        |
|----------|---------|------------|------------------------|
| Klasse A | 0-127   | (0...)     | /8                     |
| Klasse B | 128-191 | (10...)    | /16                    |
| Klasse C | 192-223 | (110...)   | /24                    |
| Klasse D | 224-239 | (1110...)  | Multicast              |
| Klasse E | 240-255 | (11110...) | für spätere Verwendung |

### **Classless Addressing (veraltet!)**

Die Subnetzmasken /8, /16, /24 können beliebig verwendet werden

### **CIDR (Classless Inter-Domain Routing)**

Es können beliebige Subnetzmasken (z.B. /25, /26, ...) verwendet werden. Alle Subnetze werden gleich groß.

### **VLSM (variable length subnet mask)**

Alle Subnetzmasken können beliebig verwendet werden. Die Netzte dürfen sich nicht überschneiden.

### **Subnetzmasken**

| Präfix Notation | Dotted Decimal Notation | Hosts                | Subnetz von /24         |
|-----------------|-------------------------|----------------------|-------------------------|
| /25             | 255.255.255.128         | $2^7 - 2 = 126$      | 2                       |
| /26             | 255.255.255.192         | $2^6 - 2 = 62$       | 4                       |
| /27             | 255.255.255.224         | $2^5 - 2 = 30$       | 8                       |
| /28             | 255.255.255.240         | $2^4 - 2 = 14$       | 16                      |
| /29             | 255.255.255.248         | $2^3 - 2 = 6$        | 32                      |
| /30             | 255.255.255.252         | $2^2 - 2 = 2$        | 64                      |
| /31             | 255.255.255.254         | $2^1 - 2 = 0$        | für spezielle Anwendung |
| /20             | 255.255.240.0           | $2^{12} - 2 = 4.094$ | /                       |

### **Bsp 1 (CIDR):**

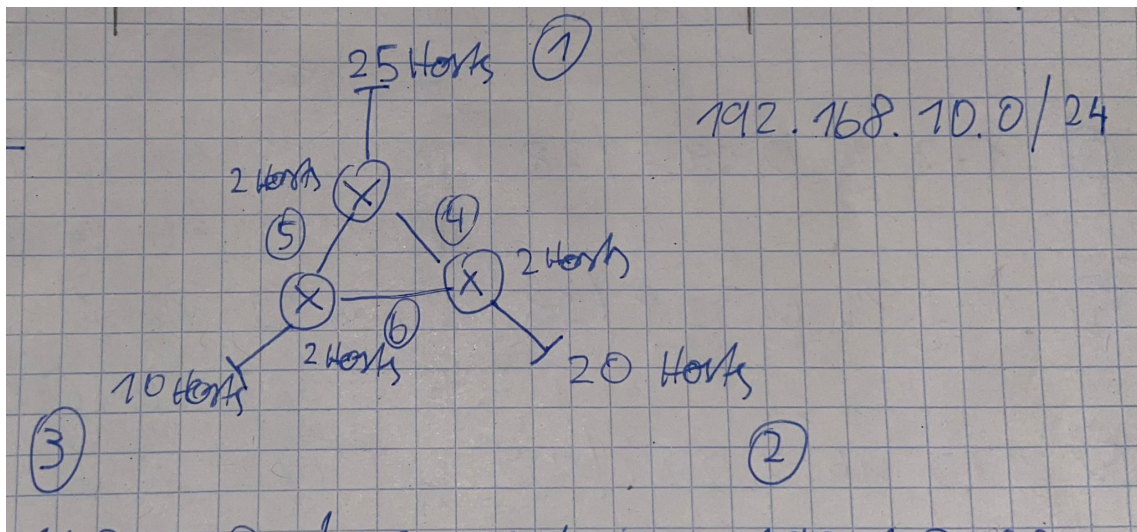


Abbildung 2.8: CIDR Beispiel

|   |                     |             |                 |
|---|---------------------|-------------|-----------------|
| 1 | 192.168.10.0 / 27   | Netzadresse | 192.168.100.0   |
|   |                     | Broadcast   | 192.168.100.31  |
| 2 | 192.168.10.32 / 27  | Netzadresse | 192.168.100.32  |
|   |                     | Broadcast   | 192.168.100.63  |
| 3 | 192.168.10.64 / 27  | Netzadresse | 192.168.100.64  |
|   |                     | Broadcast   | 192.168.100.95  |
| 4 | 192.168.10.96 / 27  | Netzadresse | 192.168.100.96  |
|   |                     | Broadcast   | 192.168.100.127 |
| 5 | 192.168.10.128 / 27 | Netzadresse | 192.168.100.128 |
|   |                     | Broadcast   | 192.168.100.159 |
| 6 | 192.168.10.160 / 27 | Netzadresse | 192.168.100.160 |
|   |                     | Broadcast   | 192.168.100.191 |

## Bsp 2 (VLSM):

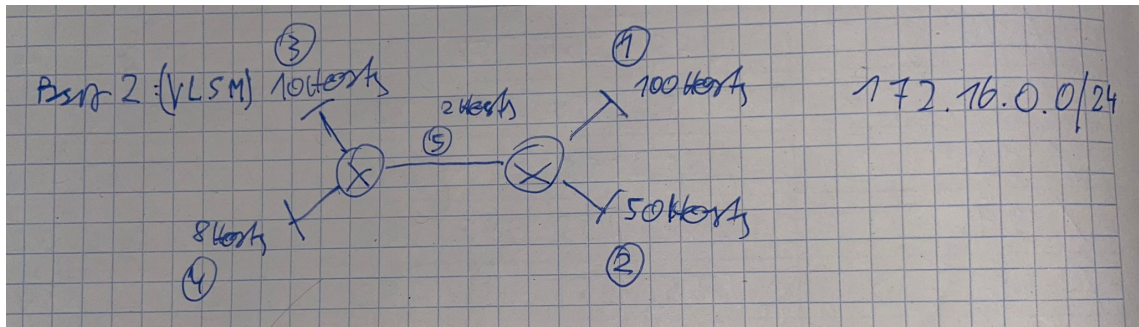


Abbildung 2.9: VLSM Beispiel

|   |                   |             |              |
|---|-------------------|-------------|--------------|
| 1 | 172.16.0.0 / 25   | Netzadresse | 172.16.0.0   |
|   |                   | Broadcast   | 172.16.0.127 |
| 2 | 172.16.0.128 / 26 | Netzadresse | 172.16.0.128 |
|   |                   | Broadcast   | 172.16.0.191 |
| 3 | 172.16.0.192 / 28 | Netzadresse | 172.16.0.192 |
|   |                   | Broadcast   | 172.16.0.207 |
| 4 | 172.16.0.208 / 28 | Netzadresse | 172.16.0.208 |
|   |                   | Broadcast   | 172.16.0.223 |
| 5 | 172.16.0.224 / 30 | Netzadresse | 172.16.0.224 |
|   |                   | Broadcast   | 172.16.0.227 |

(PT: 10.4.3, 11.5.5, 11.9.3, 11.10.1)

## 2.1.4 Layer 4 (Transport)

### Aufgaben

- Anwendungen identifizieren
- Segmentierung
- ev. Flusskontrolle, Verbindungsauf- & abbau
- Kommunikation mit L3 & L5

### Protokolle:

- TCP (Transmission Control Protocol)
- UDP (User Datagram Protocol)

| TCP                                | UDP                                |
|------------------------------------|------------------------------------|
| Anwendungen identifizieren (Ports) | Anwendungen identifizieren (Ports) |
| Segmentierung                      | Segmentierung                      |
| Verbindungen auf- bzw abbauen      |                                    |
| Segmente ordnen                    |                                    |
| wiederholtes Senden                |                                    |
| Flusskontrolle                     |                                    |

TCP: HTTP (80)/HTTPS (443), SMTP (25), POP (110), IMAP (143), Telnet (23), SSH (22), FTP (20/21),...

UDP: DNS (53), DHCP (67/68), VoIP, Streaming,...

### Ports

Der Port ist eine 16-Bit Zahl  $\rightarrow 2^{16} = 65.536$

Der Port identifiziert die Anwendung, sowohl beim Server als auch beim Client.

### Gruppe von Ports

|                  |                 |
|------------------|-----------------|
| Well-Known-Ports | 0 - 1.023       |
| Registered-Ports | 1.024 - 49.151  |
| Private Ports    | 49.152 - 65.535 |

### L4-Adressierung

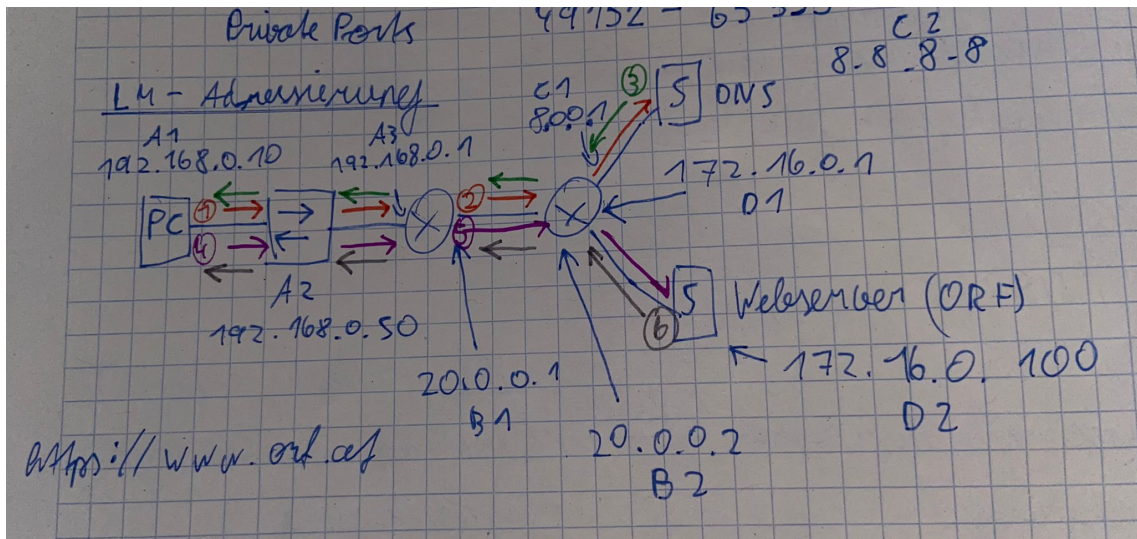


Abbildung 2.10: L4-Adressierung

|   | L2 (MAC) |             | L3 (IP)      |              | L4 (Ports) |             |
|---|----------|-------------|--------------|--------------|------------|-------------|
|   | Source   | Destination | Source       | Destination  | Source     | Destination |
| 1 | A1       | A3          | 192.168.0.10 | 8.8.8.8      | 53.722     | 53          |
| 2 | B1       | B2          | 192.168.0.10 | 8.8.8.8      | 53.722     | 53          |
| 3 | C2       | C1          | 8.8.8.8      | 192.168.0.10 | 53         | 53.722      |
| 4 | A1       | A3          | 192.168.0.10 | 172.16.0.100 | 60.112     | 443         |
| 5 | B1       | B2          | 192.168.0.10 | 172.16.0.100 | 60.112     | 443         |
| 6 | D2       | D1          | 172.16.0.100 | 192.168.0.10 | 443        | 60.112      |

## TCP

Verbindungsaufbau: Drei-Wege-Handshake

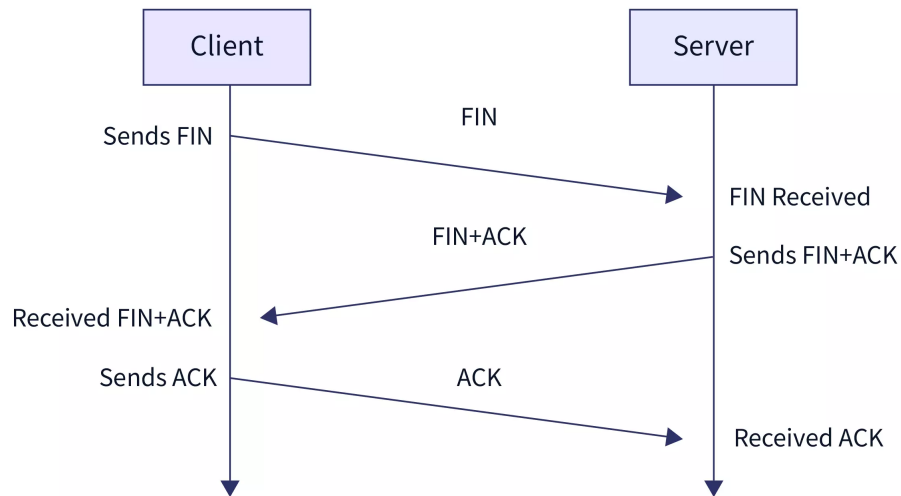


Abbildung 2.11: TCP 3-Way-Handshake

Verbindungsabbau: Zwei-Wege-Handshake

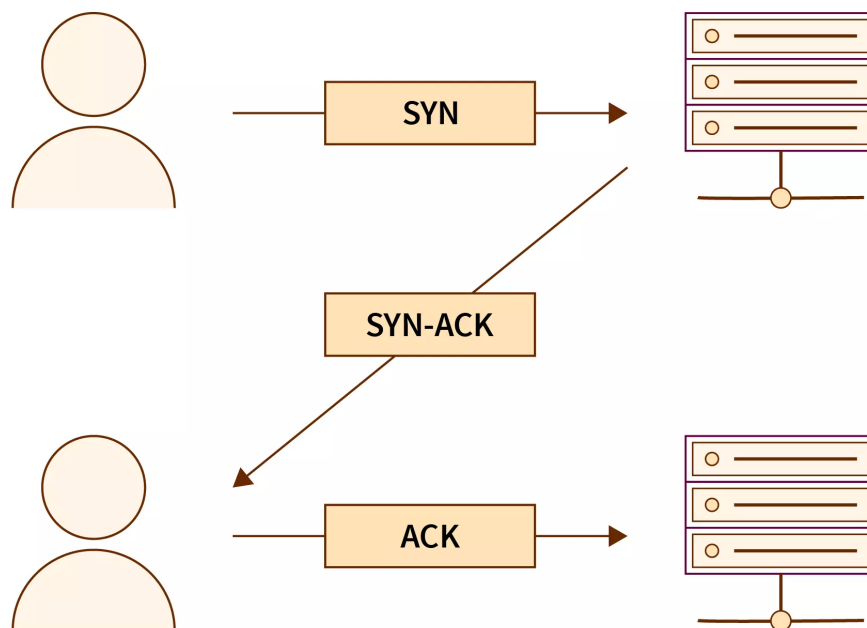


Abbildung 2.12: TCP 2-Way-Handshake

### Segmentierung

Es wird eine SEQUENCENUMBER mitgeschickt. Diese gibt die Reihenfolge an. Der Client bestätigt die Segmente mit ACK-Segmente. Die ACK-NUMBER gibt an, welches Segment als nächstes kommen soll.



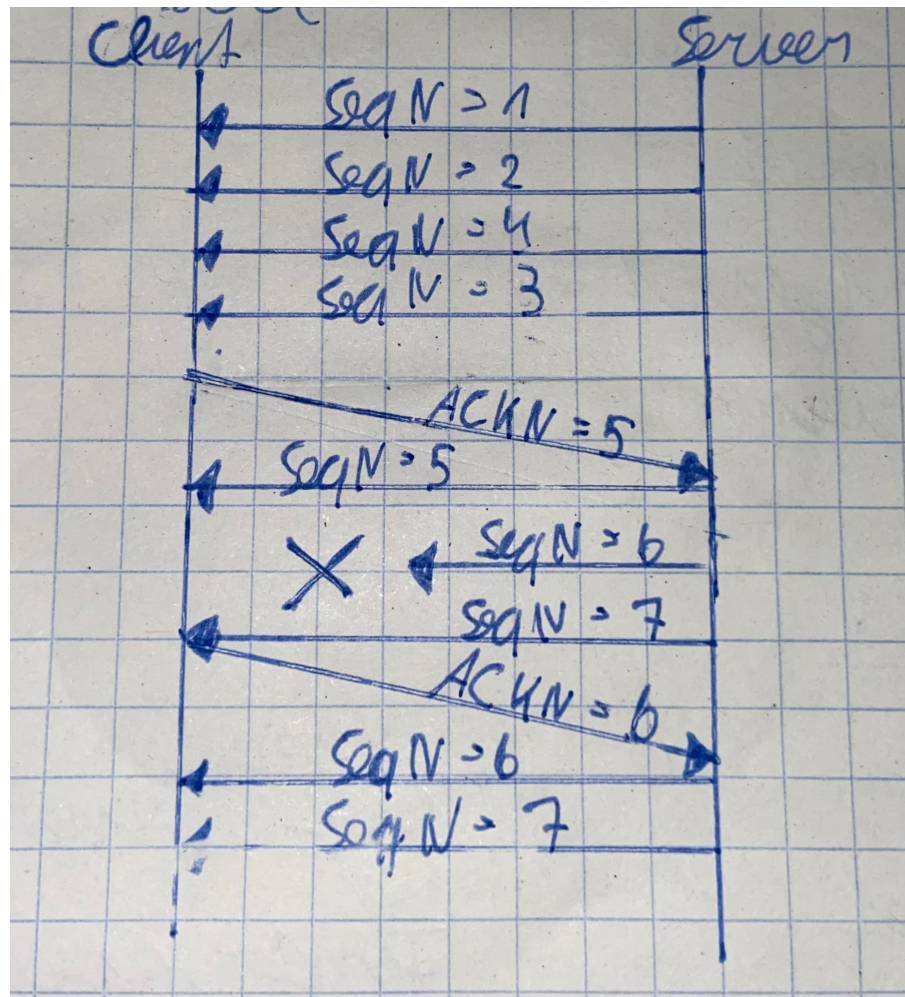


Abbildung 2.13: Layer 4 Segmentierung

### Flow-Control

Die Window Size gibt an wann das nächste ACK-Segment erwartet wird.

### **2.1.5 Layer 5, 6, 7 (Session, Presentation, Application)**

x



## 3 template

### 3.1 image

Abbildung 3.1



Abbildung 3.1: image example

### 3.2 code

Quellcode 3.1

```
1 public class MainClass {  
2     public static void main(String[] args){  
3         System.out.println("example code import");  
4     }  
5 }
```

---

Quellcode 3.1: code include example

# Abbildungsverzeichnis

|      |                                       |    |
|------|---------------------------------------|----|
| 2.1  | OSI-Modell Datenübertragung . . . . . | 6  |
| 2.2  | Cisco CLI . . . . .                   | 7  |
| 2.3  | Glasfaserkabelarten . . . . .         | 9  |
| 2.4  | Baum- und Sterntopologie . . . . .    | 10 |
| 2.5  | Ethernet Frame . . . . .              | 11 |
| 2.6  | Layer 2 & 3 Adressierung . . . . .    | 12 |
| 2.7  | ARP-Spoofing . . . . .                | 13 |
| 2.8  | CIDR Beispiel . . . . .               | 16 |
| 2.9  | VLSM Beispiel . . . . .               | 17 |
| 2.10 | L4-Adressierung . . . . .             | 19 |
| 2.11 | TCP 3-Way-Handshake . . . . .         | 20 |
| 2.12 | TCP 2-Way-Handshake . . . . .         | 20 |
| 2.13 | Layer 4 Segmentierung . . . . .       | 21 |
| 3.1  | image example . . . . .               | 23 |

# Tabellenverzeichnis

# I Quellcodeverzeichnis

|     |                                |    |
|-----|--------------------------------|----|
| 3.1 | code include example . . . . . | 23 |
|-----|--------------------------------|----|