

SPENGERGASSE 

ausbildung mit zukunft

CCNA Exploration  
Network Fundamentals



# Chapter 6

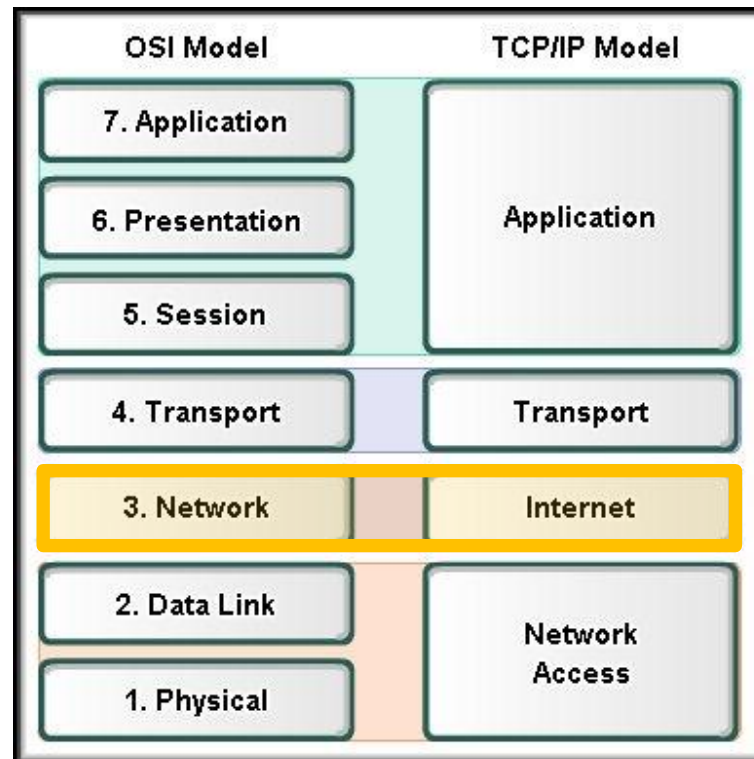
## Subnetze

# Chapter 6: Zu erwerbende Kenntnisse

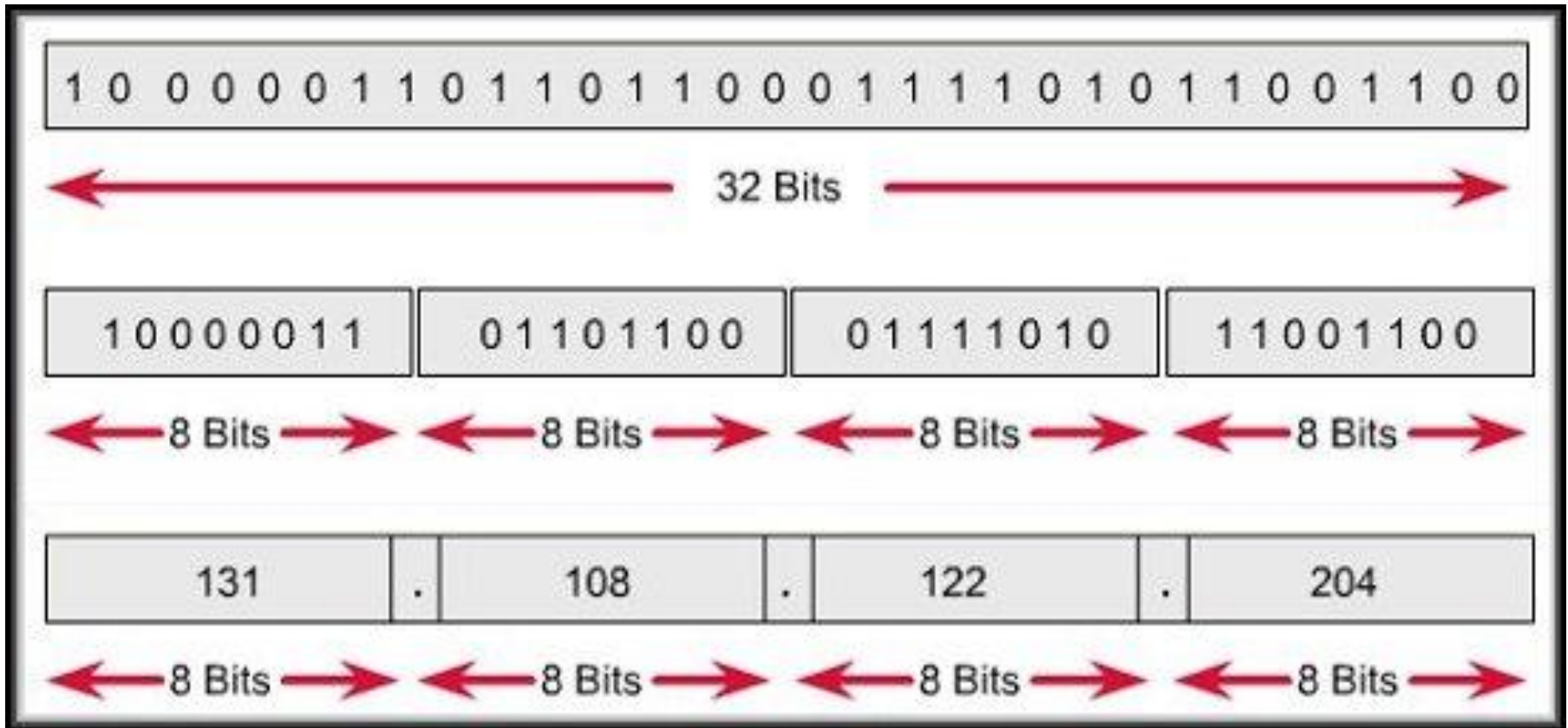
Wissen über:

- Rechnen / Umrechnen im binären Zahlensystem
- Strukturteile einer IP-Adresse
- Spezielle IPv4-Adressen
- Subnetze berechnen, teilen und analysieren
- IP-sparendes subnetting

# Netzwerk Layer / IP v4 Adressen

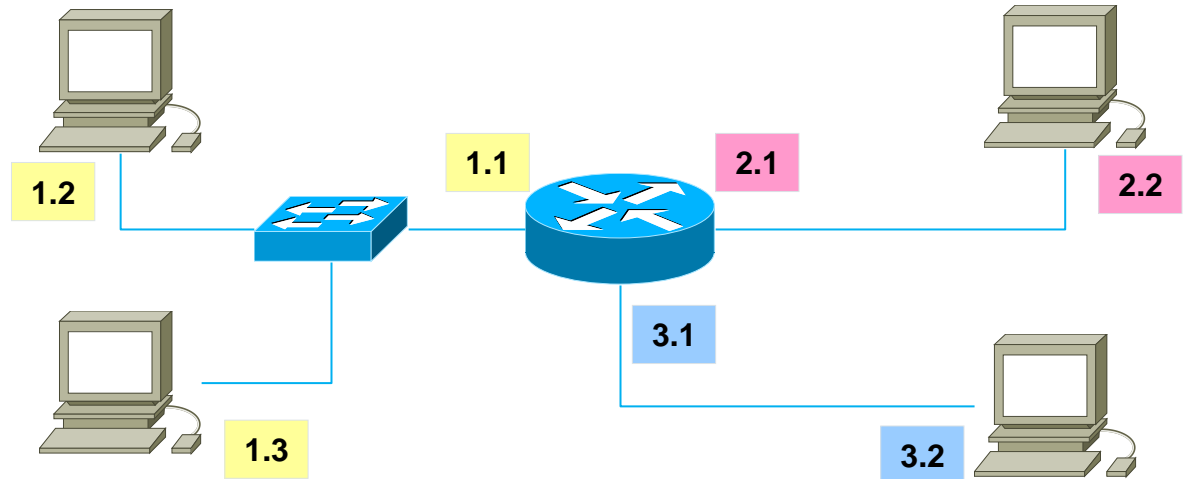


# Aufbau und Struktur von IPv4



# Aufbau und Struktur von IPv4

Network	Host
1	1
	2
	3
2	1
	2
3	1
	2



Um eine Route in einem Netzwerk zu finden, muss die IP-Adresse aus 2 Teilen bestehen:

- Netzwerk-Teil
- Host-Teil

# IPv4 Adresse: Netzwerk- und Host-Teil

- Netzwerkadresse

- Alle **Host-Bits** sind **0**

*Tip: Wenn das letzte Oktet 0 ist, handelt es sich sicher um eine Netzwerkadresse*

- Host-Adresse

- Host-Bits variieren

- Broadcast-Adresse

- Alle **Host-Bits** sind **1**

# WH: Prefix und Subnetz-Maske

Beispiel: 192.168.4.13 /24

HOST	192	168	4	13
	1100000	10101000	00000100	00001101
Subnetz Maske	255	255	255	0
	11111111	11111111	11111111	00000000

**Netzwerk-Teil**  
(alle Bits sind 1)

**Host-Teil**  
(alle Bits sind 0)

Anz. Netzwerke: 1

Anz. Adressen: 255

# IPv4 Adresstypen

- Netzwerk Adresse      spezielle Adresse, die das Netzwerk beschreibt
- Broadcast Adresse      Spezielle Adresse, um Daten an alle Hosts in der Broadcast-Domain zu senden
- Host Adresse      Eindeutige Adresse jedes Geräts im gesamten Netzwerk

Netzwerk- und Broadcast-Adressen dürfen nicht einem Host zugeordnet werden

!

# IPv4 Kommunikationsarten

- Unicast Ein Host an einen bestimmten Host
- Broadcast Ein Hosts an alle Hosts in der Broadcast-Domain (alle Host-bits sind 1)
- Multicast Ein Host an bestimmte (ausgewählte) Hosts  
Bereich: 224.0.0.0/4    224.0.0.0 – 239.255.255.255

Client muss sich beim Sender vorher anmelden  
(IGMP od. GCMP<sup>(CISCO)</sup> – Protokoll)

Bsp: TV über IP

Vervielfältigung der Pakete an jedem Verteiler  
(Switch, Router) auf der Route

# IPv4 spezielle Unicast-Adressen

- **Loopback** (lo, localhost)      Adresse: **127.0.0.1**

Wird zur Kommunikation mit eigenen Host-Applikationen (Services) verwendet.

z.B. zum Ansprechen des Webserver vom Webserver aus

*Beim Problemen einer Netzwerkverbindung zuerst prüfen, ob ein ping an die Adresse 127.0.0.1 erfolgreich ist. Falls nicht, gibt es ein Problem am eigenen Rechner (IP-Stack).*

# IPv4 spezielle Unicast-Adressen

- **Link Local Adressen**

Adressbereich: **169.254.0.0 - 169.254.255.255**

Kann automatisch vom Betriebssystem vergeben werden, falls keine IP-Konfiguration gefunden wird.



```
C:\WINDOWS\system32\cmd.exe
C:\>ipconfig
Windows IP Configuration

Ethernet adapter Local Area Connection:

    Connection-specific DNS Suffix  . : 
    Autoconfiguration IP Address. . . : 169.254.140.115
    Subnet Mask . . . . .           : 255.255.0.0
    Default Gateway . . . . .       : 

C:\>
```

# IPv4 spezielle Unicast-Adressen

- **Experimenteller Adressbereich**

Adressbereich: **240.0.0.0 - 255.255.255.254**

- Reserviert für spätere Nutzung und für Experimente
- Kann **nicht** in IPv4-Netzwerken verwendet werden.

# IPv4 spezielle Unicast-Adressen

- **Öffentliche und Private Adressen**

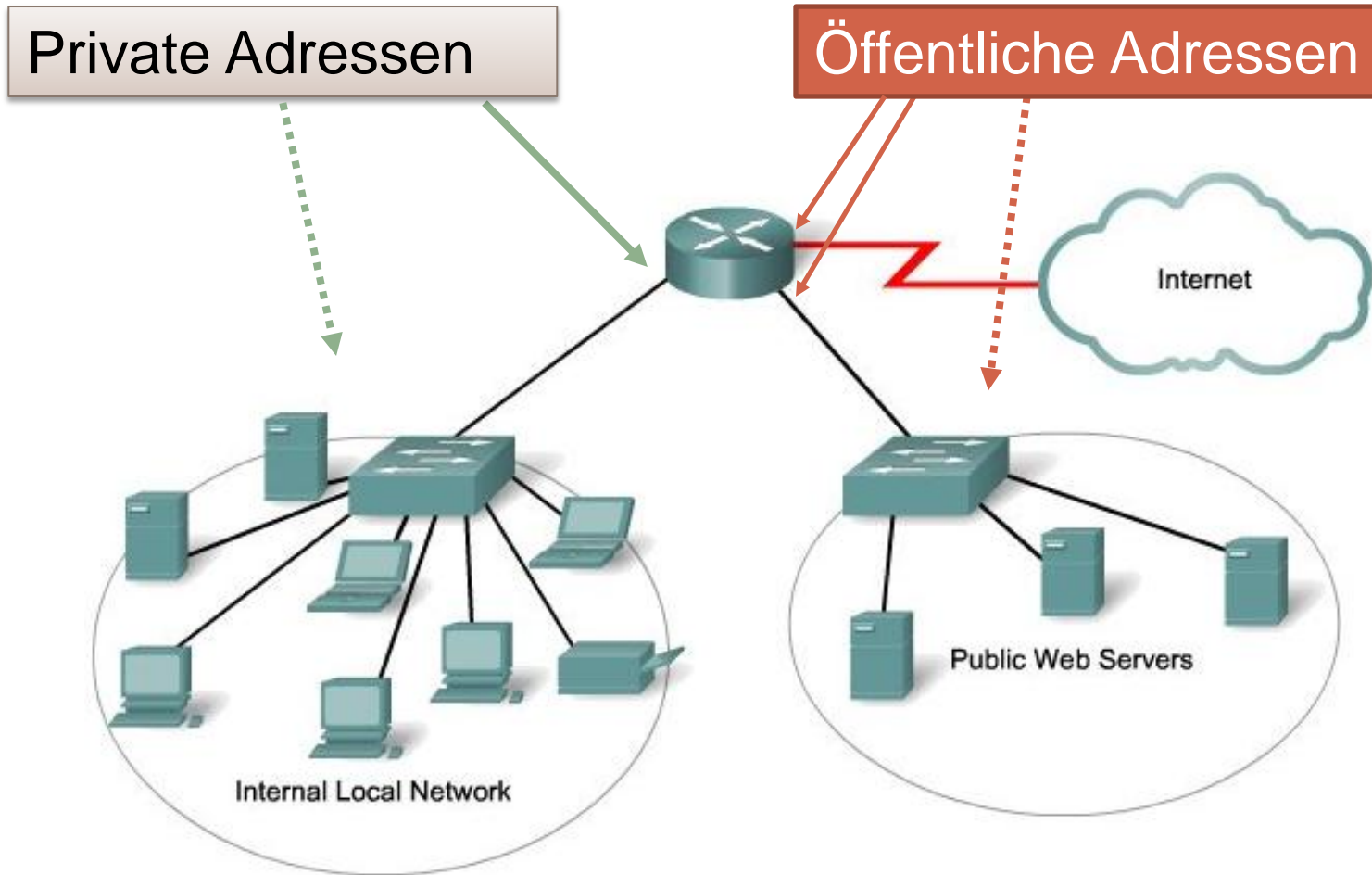
Eine öffentliche Adresse ist für das Internet notwendig  
Private Adressen werden im Internet nicht geroutet (=verworfen)

Will man mit einer privaten Adresse ins Internet,  
benötigt man NAT (Network Address Translation)

- **Private Adressbereiche**

10.0.0.0 /8	(10.0.0.0 – 10.255.255.255)
172.16.0.0/12	(172.16.0.0 – 172.31.255.255)
192.168.0.0/16	(192.168.0.0 – 192.168.255.255)

# Network Address Translation



# Übersicht spezielle IPv4 Adressen

Typ	Bereich (prefixed)	Bereich
Network		1 pro Netzwerk
Broadcast		1 pro Netzwerk
Multicast	224.0.0.0/4	224.0.0.0 – 239.255.255.255
Default Route	0.0.0.0/8	0.0.0.0 – 0.255.255.255
Loopback	127.0.0.0/8	127.0.0.0 – 127.255.255.255
Link-local	169.254.0.0/16	169.254.0.0 – 169.254.255.255
Test-net	192.0.2.0/24	192.0.2.0 – 192.0.2.255
Private	10.0.0.0/8	10.0.0.0 – 10.255.255.255
	172.16.0.0/12	172.16.0.0 – 172.31.255.255
	192.168.0.0/16	192.168.0.0 – 192.168.255.255

# Berechnen von Subnetzen (subnetting)

# Rechnen im binären Zahlensystem

# Binär → Dezimal

01101100 → dezimal

Position	7	6	5	4	3	2	1	0
Basis	$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$
Wert	128	64	32	16	8	4	2	1
binär	0	1	1	0	1	1	0	0

$$\begin{aligned} & (0 \times 2^7) + (1 \times 2^6) + (1 \times 2^5) + (1 \times 2^3) + (1 \times 2^2) + (0 \times 2^1) + (0 \times 2^0) \\ & 0 + 64 + 32 + 8 + 4 + 0 + 0 = 108 \end{aligned}$$

# Dezimal → Binär

IP Adresse: **201** . 17 . 29 . 4

**201**

- 128

---

73

- 64

---

9

- 8

---

1

- 1

---

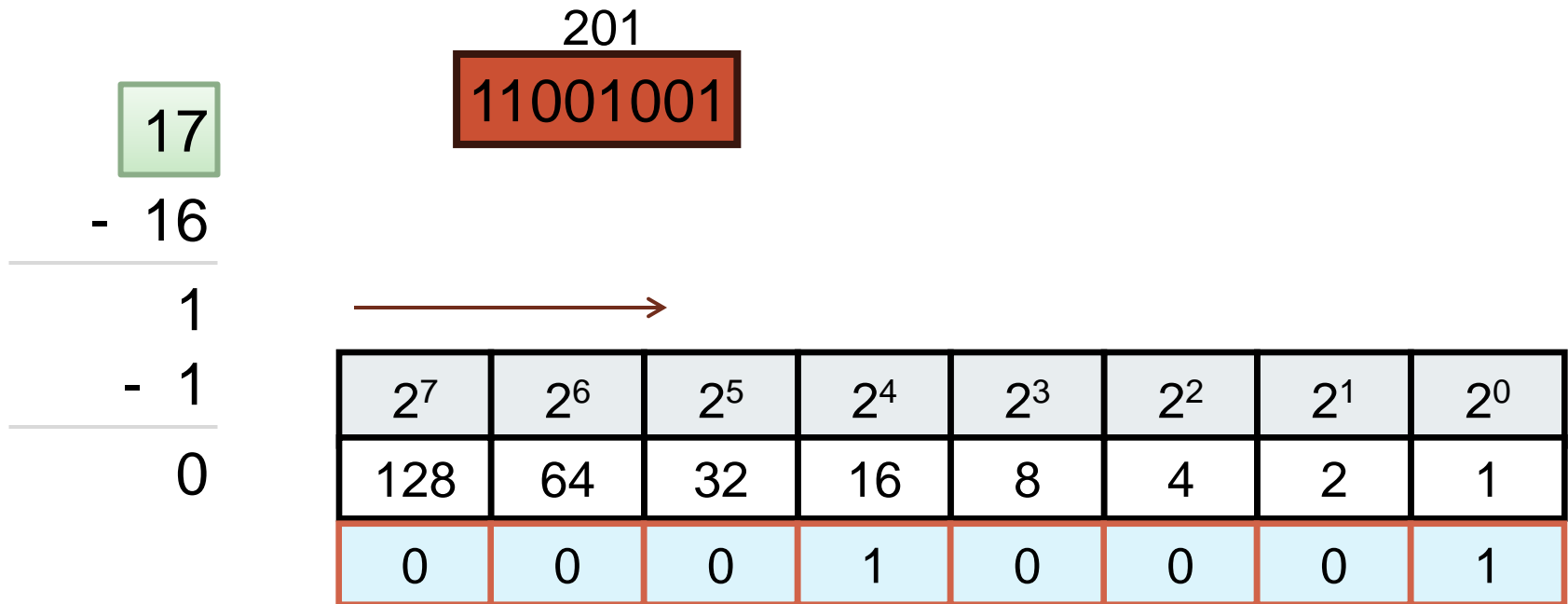
0

→

$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$
128	64	32	16	8	4	2	1
1	1	0	0	1	0	0	1

# Dezimal → Binär

IP Adresse: 201. 17. 29 . 4



# Dezimal → Binär

IP Adresse: 201. 17 . 29 . 4

29

- 16

13

- 8

5

- 4

1

- 1

0

201

11001001

17

00010001

→

$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$
128	64	32	16	8	4	2	1
0	0	0	1	1	1	0	1

# Dezimal → Binär

IP Adresse: 201. 17 . 29 . 4

4



- 4  
—  
0

→

$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$
128	64	32	16	8	4	2	1
0	0	0	0	0	1	0	0

# Übungen

240 → binär            11110000

224 → binär            11100000

11000000 → dezimal    192

01111111 → dezimal    127

Position	7	6	5	4	3	2	1	0
Basis	$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$
Wert	128	64	32	16	8	4	2	1

# Übungen

IP Adresse: 10.24.36.2 / 12      Subnet-Maske?

IP Adresse: 10.24.36.2 / 23      Subnet-Maske?

---

IP-Adresse	10.24.26.8	255.255.224.0	/Prefix ?
		255.255.255.192	/?
		255.255.255.252	/?
		255.254.0.0	/?
		255.255.240.0	/?

# cheat sheet: binary

<b>11111111</b>	255
<b>11111110</b>	254
<b>11111100</b>	252
<b>11111000</b>	248
<b>11110000</b>	240
<b>11100000</b>	224
<b>11000000</b>	192
<b>10000000</b>	128

11111111	255
01111111	127
00111111	63
00011111	31
00001111	15
00000111	7
00000011	3
00000001	1

Basis	$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$
Wert	128	64	32	16	8	4	2	1

# Befindet sich der Host im Netzwerk?

Muss das Paket zum Router?

Erreicht der Broadcast das Netzwerk?

Befindet sich der eigene Host überhaupt im Netzwerk?

Ist das Default-Gateway erreichbar?

Für Entscheidung benötigt man:

1. Zieladresse Host (kann auch die eigene IP sein)
2. eigene Subnetzmaske
3. ANDing

# Befindet sich der Ziel-Host im eigenen Netzwerk?

IP-Adresse    135.15.2.1                      255.248.0.0                      Netzwerk-Adr?

Ziel                      135.16.3.33

ANDing                      „Ziel-IP“ **UND** „eig. Subnetzmaske“ (logisches und)  
Vergleich Ergebnis mit „eig. Netzwerk-Adresse“

	Dezimal	Binär			
Ziel-IP-Adresse	135.16.3.33	10000111	00010000	00000011	00100001
Subnetzmaske	255.248.0.0	11111111	11111000	00000000	00000000
Ergebnis	135.16.0.0	10000111	00010000	00000000	00000000

↑  
= Eig. Netzwerk-Adr. ?

# Eigene Netzwerk-Adresse

IP-Adresse 135.15.2.1      255.248.0.0

Netzwerk-Adr?

ANDing „Ziel-IP“ UND „eig. Subnetzmaske“ (logisches und)

	Dezimal	Binär			
Ziel-IP-Adresse	135 . 15 . 2 . 1	10000111	00001111	00000010	00000001
Subnetzmaske	255 . 248 . 0 . 0	11111111	11111000	00000000	00000000
Ergebnis	135 . 8 . 0 . 0	10000111	00001000	00000000	00000000

Eig. Netzwerk-Adresse

$$\text{Anz. Hosts} = 2^{\text{Host-Bits}} - \text{Netzwerkadresse} - \text{Broadcastadresse}$$

$$2^{19} - 1 - 1 = 524\,288 - 2 = 524\,286$$

# Berechnen von Subnetzen (subnetting)

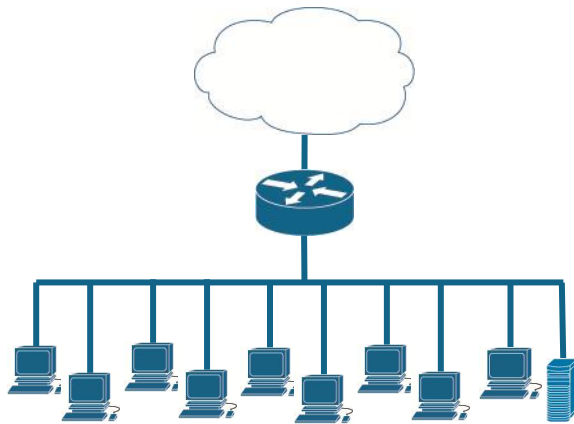
# 3 Arten Subnetze zu berechnen

- 1. Subnetting mit einer bestimmten Anzahl an Subnetzen**
- 2. Subnetting mit einer bestimmten Anzahl an Hosts**
- 3. IP-sparend (Kombination aus 1. und 2.)**
- 4. Reverse Engineering: IP-Adresse und Subnetzmaske sind gegeben -> Was ist der Netzwerkbereich?**

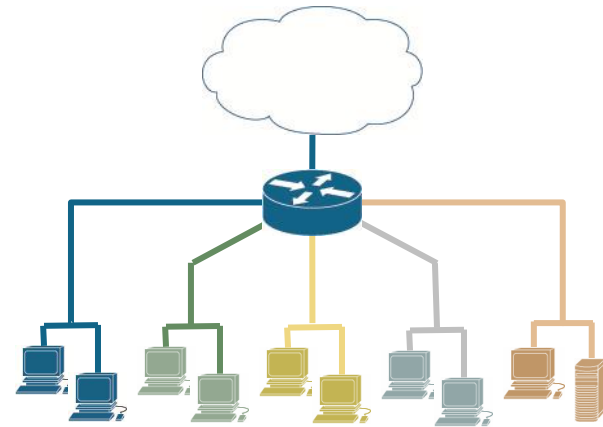
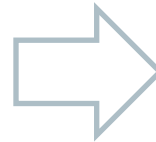
# Subnetting: Bestimmte Anzahl an Subnetzen

Gegeben: 1 Netzwerk-Bereich 192.168.5.0 / 22

Ziel: Unterteilung in 5 Bereiche (Subnetze)



192.168.5.0



5 Subnetze

# Subnetting: Bestimmte Anzahl an Subnetzen

Gegeben: 1 Netzwerk-Bereich 192.168.16.128 / 25

Ziel: Unterteilung in 5 Bereiche (Subnetze)

Subnetz-Maske	11111111	11111111	11111111	10000000
---------------	----------	----------	----------	----------

**Für weitere Netzwerke müssen wir uns Host-Bits ausborgen:**

Von links nach rechts so viele Bits, wie Subnetze (binär) erforderlich sind.

Für (in unserem Fall) 5 Subnetze dezimal benötige ich **3** zusätzliche Bits

Subnetz-Maske	11111111	11111111	11111111	1 <b>11</b> 0000
Subnetz-Maske <b>NEU</b>	255	255	255	240

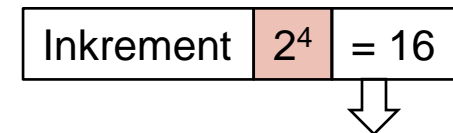
# Subnetting: Bestimmte Anzahl an Subnetzen

Gegeben: 1 Netzwerk-Bereich 192.168.16.128 / 25

Ziel: Unterteilung in 5 Bereiche (Subnetze)

## Inkrement:

Inkrement ist der Wert des niedrigsten Netzwerkbits der neuen Subnetzmaske  
Gibt die Netzgrößengrenze an (= nächstes Netzwerk)



Subnetz-Maske	11111111	11111111	11111111	11110000
Subnetz-Maske <b>NEU</b>	255	255	255	240

**/28**

# Subnetting: Bestimmte Anzahl an Subnetzen

## Netzwerke (subnets):

Mit dem Inkrement bestimmen wir unsere Netzwerk-Bereiche

Inkrement:  $2^4 = 16$

Nr.	Subnetz-Adr.	Broadcast	IP-Bereich
1	<b>192.168.16.128</b>	192.168.16. <b>143</b>	192.168.16.128 – 192.168.16.143
2	192.168.16. <b>144</b>	<del>192.168.16.159</del>	192.168.16.144 -- .192.168.16.159
3	192.168.16.160	192.168.16.175	192.168.16.160 – 192.168.16.175
4	192.168.16.176	192.168.16.191	192.168.16.176 -- 192.168.16.191
5	192.168.16.192	192.168.16.207	192.168.16.192 – 192.168.16.207
6	192.168.16.208	192.168.16.223	192.168.16.129 -- 192.168.16.223
7	192.168.16.224	192.168.16.239	192.168.16.1 – 192.168.16.239
8	192.168.16.240	192.168.16.255	192.168.16.129 -- 192.168.16.254

# Subnetting: Bestimmte Anzahl an Hosts

- Vorgehen:
1. Anzahl der benötigten Host-Bits bestimmen
  2. Host-Bits reservieren und Subnetz-Maske bestimmen
  3. Inkrement finden
  4. Adress-Bereiche

Beispiel: Ihr Service-Provider hat Ihnen das Klasse C Netzwerk 209.50.1.0 gegeben. Ihre Firma braucht so viele Netzwerke wie möglich mit mindestens je **50** Hosts

1. **Anzahl der benötigten Host-Bits:**  $64 = 2^6 \rightarrow 6$  Host-Bits

Basis	$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$
Wert	128	64	32	16	8	4	2	1

# Subnetting: Bestimmte Anzahl an Hosts

Beispiel: Klasse C Netzwerk 209.50.1.0 /24, so viele Netzwerke wie möglich, mind. 50 Hosts

## 2. 6 Host-Bits reservieren

Subnetz-Maske	11111111	11111111	11111111	11000000
	255	255	255	192

## 3. Inkrement finden

(Wert vom niedrigsten Netzwerk-Bit)

Inkrement	$2^6$	= 64
-----------	-------	------



Subnetz-Maske	11111111	11111111	11111111	11000000
<b>/26</b>	255	255	255	192

# Subnetting: Bestimmte Anzahl an Hosts

Beispiel: Klasse C Netzwerk 209.50.1.0 /24, so viele Netzwerke wie möglich, mind. 50 Hosts

## 4. Inkrement = 64

Nr.	Subnetz-Adr.	Broadcast	IP-Bereich
1	<b>209.50.1.0</b>	209.50.1. <b>63</b>	209.50.1.0 – 209.50.1.63
2	209.50.1. <b>64</b>	209.50.1.127	209.50.1.64 – 209.50.1.127
3	209.50.1.128	209.50.1.191	209.50.1.128 – 209.50.1.191
4	209.50.1.192	209.50.1.255	209.50.1.192 – 209.50.1.255

Beides Zusammen!

Variable Length Subnet Masking (VLSM)

IP-sparendes subnetting

Wird ein Netzwerk nur nach einem Kriterium (Anz. Subnetze oder Anz. Hosts) unterteilt, werden i.d.R. IP-Adressen vergeudet. (In unserem Beispiel von vorhin 12 IP-Adressen je Subnetz)

IP-sparendes Vorgehen:

1. Beginne beim größten Subnetz (Maximale Anzahl Hosts)
2. Errechnen von Subnetzmaske, Inkrement, Hosts, etc.
3. Mache mit dem zweitgrößten Subnetz analog weiter

# Subnetting: Variable Length Subnet Masking

Gegeben: Das Netz **192.168.17.0 / 24** soll so in Subnetze unterteilt werden, dass in einem der Subnetze 90 Rechner, in einem weiteren Subnetz 60 Rechner und in weiteren zwei Subnetzen jeweils 25 Rechner Platz finden

Gesucht: Ursprüngl. Subnetzmaske, Netzadressen, Subnetzmasken, Broadcastadressen, Hostbereiche

Subnetz-Maske /24      11111111    11111111    11111111    00000000

Basis	2 <sup>7</sup>	2 <sup>6</sup>	2 <sup>5</sup>	2 <sup>4</sup>	2 <sup>3</sup>	2 <sup>2</sup>	2 <sup>1</sup>	2 <sup>0</sup>
Wert	128	64	32	16	8	4	2	1

Subnetz	Hosts	Hostbits
1	90	7
2	60	6
3	25	5
4	25	5

# Subnetting: Variable Length Subnet Masking

geg: 192.168.17.0 / 24

1) mind. 90 Hosts = 7 Bits

Subnetz-Maske /25	11111111	11111111	11111111	10000000
-------------------	----------	----------	----------	----------

Subnetz 1: /25

Inkrement:  $2^7 = 128$  (nächstes Netzwerk)

Bereich: 192.168.17.0 – 192.168.17.127

Netzwerk-Adr.

Broadcast-Adr.

2) 192.168.17.128: mind. 60 Hosts = 6 Bits

Subnetz-Maske /26	11111111	11111111	11111111	11000000
-------------------	----------	----------	----------	----------

Subnetz 2: /26

Inkrement:  $2^6 = 64$  (nächstes Netzwerk)

Bereich: 192.168.17.128 – 192.168.17.191

# Subnetting: Variable Length Subnet Masking

3) 192.168.17.192: mind. 25 Hosts = 5 Bits

Subnetz-Maske /27      11111111    11111111    11111111    11100000

Subnetz 3: /27

Inkrement:  $2^5 = 32$  (nächstes Netzwerk)

Bereich: 192.168.17.192 – 192.168.17.223

---

4) 192.168.17.224: mind. 25 Hosts = 5 Bits

Subnetz-Maske /27      11111111    11111111    11111111    11100000

Subnetz 4: /26

Inkrement:  $2^5 = 32$  (nächstes Netzwerk)

Bereich: 192.168.17.224 – 192.168.17.255

