

# Themen

	Seite	
Lokale und globale IPv4-Adressen	C-4	1
Subnetze und Subnetzmasken	C-6	2
Lokale und globale IPv6-Adressen	C-10	3
Routing	C-13	4
Routing in FILIUS simulieren	C-18	5
Internet in FILIUS simulieren	C-20	6

# Subnetze und Subnetzmasken

Damit ein Datenpaket in einem Netzwerk den richtigen Computer erreicht, müssten alle Router wissen, welche Computer sich in welchem Teil des Netzwerkes befinden. Alternativ könnten die Router alle Datenpakete auf gut Glück im Netzwerk herumschicken, damit sie irgendwann am Ziel ankommen, was eine hohe Netzlast erzeugen würde.

Deshalb werden Netzwerke in so genannte Subnetze unterteilt. Die einzelnen Computer werden nach organisatorischen oder räumlichen Gesichtspunkten den Subnetzen zugeordnet. Das können beispielsweise alle Computer auf einer Etage eines Firmengebäudes sein oder die Computer aller Mitarbeitenden einer Abteilung.

Die IP-Adressen werden so vergeben, dass anhand der Adresse die Zugehörigkeit eines Computers zu einem bestimmten Subnetz ermittelt werden kann. Die Router benötigen dadurch nur noch die Routing-Information zu den einzelnen Subnetzen und nicht zu allen Computern innerhalb dieser Subnetze. Erst der letzte Router stellt das Datenpaket an den Computer zu.

Innerhalb jedes Subnetzes haben alle Computer eine eindeutige Nummer, die am Ende der IP-Adresse steht. Am Anfang der IP-Adresse steht der so genannte Netzwerkteil, der für alle Computer eines Subnetzes identisch ist. Anhand des Netzwerkteils lassen sich alle Computer einem Subnetz zuordnen.

An welcher Stelle die Trennung zwischen Netzwerk- und Geräteteil der IP-Adresse erfolgt, legt die Subnetzmaske fest.

Subnetzmasken sind 32 Bit lang und wie eine IPv4-Adressen aufgebaut. Eine häufig genutzte Subnetzmaske lautet 255.255.255.0. Schreibt man die Subnetzmaske mit binären Zahlen, ist leicht zu erkennen, wo die IPv4-Adresse in Netzwerk- und Geräteteil getrennt wird:

255.	255.	255.	0
11111111	11111111	11111111	00000000
<b>Netzwerkteil</b>			<b>Geräteteil</b>

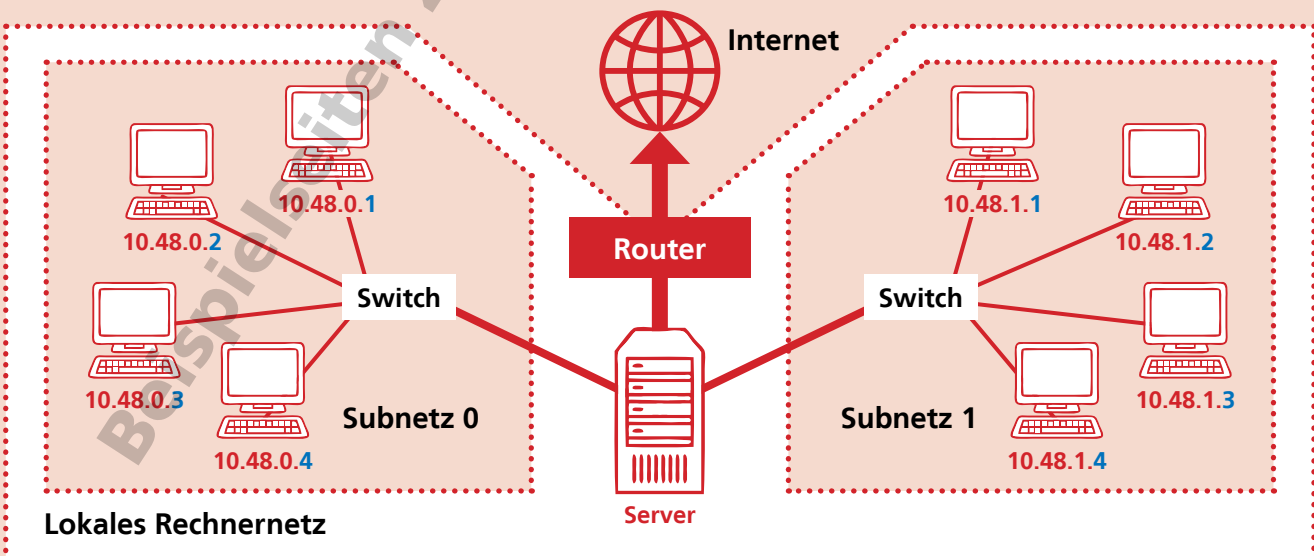
Anhand der Länge des Geräteteils lässt sich berechnen, wie viele IPv4-Adressen in einem Netzwerk zur Verfügung stehen.

Anzahl IPv4-Adressen =  $2^{\text{Länge Geräteteil}}$

Für unser Beispiel mit einem 8 Bit langen Geräteteil erhält man auf diese Weise  $2^8$ , also 256 IPv4-Adressen. Die IPv4-Adresse mit dem kleinsten Geräteteil (00000000) ist für die IPv4-Adresse des Netzwerkes reserviert. Die IPv4-Adresse mit dem größten Geräteteil (11111111) dient als so genannte Broadcast-Adresse. Mit ihr ist es möglich, Daten und Informationen an alle Geräte eines Netzwerkes zu versenden. In einem Netz mit unserer Beispiel-Subnetzmaske können folglich 254 Geräte verbunden werden.

Die Subnetzmaske erlaubt es, ein Netzwerk individuell zu konfigurieren. Ein Netzwerk mit der Subnetzmaske 255.255.240.0, also

11111111 11111111 11110000 00000000 kann beispielsweise  $2^{12} - 2 = 4094$  Geräte aufnehmen. Mit der Subnetzmaske 255.255.255.192, also 11111111 11111111 11111111 11000000 sind es  $2^6 - 2 = 62$  Geräte.



# Subnetze und Subnetzmasken

## Aufgabe 1

In einem Netzwerk tragen die Geräte diese IPv4-Nummern:

192.168.0.1                      192.168.0.25  
192.168.0.120                  192.168.0.233

Welche Subnetzmaske wird in dem Netzwerk verwendet?

Es wird die Subnetzmaske 255.255.255.0 verwendet.

## Aufgabe 2

a) Notiere die folgenden vier Subnetzmasken in Binärschreibweise.

255.0.0.0, 255.255.0.0, 255.192.0.0, 255.255.255.128

Unterstreiche den Netzwerkteil der Subnetzmasken.

Netzmaske	Binärschreibweise
255.0.0.0	<u>11111111</u> 00000000 00000000 00000000
255.255.0.0	<u>11111111</u> <u>11111111</u> 00000000 00000000
255.192.0.0	<u>11111111</u> <u>11000000</u> 00000000 00000000
255.255.255.128	<u>11111111</u> <u>11111111</u> <u>11111111</u> <u>10000000</u>

b) Wie viele IPv4-Adressen sind in Netzwerken mit diesen Subnetzmasken verfügbar?

Netzmaske	Max. Anzahl Geräte pro Subnetz
255.0.0.0	$2^{24} - 2 = 16\,777\,216 - 2 = 16\,777\,214$
255.255.0.0	$2^{16} - 2 = 65\,536 - 2 = 65\,534$
255.192.0.0	$2^{22} - 2 = 4\,194\,304 - 2 = 4\,194\,302$
255.255.255.128	$2^7 - 2 = 128 - 2 = 126$

## Aufgabe 3

Warum stehen in einem Netzwerk mit der Subnetzmaske 255.255.255.0 nur 254 Geräte zur Verfügung?

Die IPv4-Adresse mit dem kleinsten Geräteteil (alle Bits sind 0) ist für die IPv4-Adresse des Netzwerkes reserviert.

Die IPv4-Adresse mit dem größten Geräteteil (alle Bits sind 1) dient als so genannte Broadcast-Adresse. Mit ihr ist es möglich, Daten und Informationen an alle Geräte eines Netzwerkes zu versenden.

# Subnetze und Subnetzmasken

## Aufgabe 4

Ermittle die IPv4-Adresse deines Computers und die im Netzwerk verwendete Subnetzmaske.

Gib dazu im CMD-Fenster den Befehl `ipconfig` ein.

```
Eingabeaufforderung
Microsoft Windows [Version 10.0.19042.1110]
(c) Microsoft Corporation. Alle Rechte vorbehalten.
C:\Users\>ipconfig
```

```
Eingabeaufforderung
Microsoft Windows [Version 10.0.19042.1110]
(c) Microsoft Corporation. Alle Rechte vorbehalten.
C:\Users\>ipconfig

Windows-IP-Konfiguration

Ethernet-Adapter Ethernet:

    Medienstatus. . . . . : Medium getrennt
    Verbindungsspezifisches DNS-Suffix:

Drahtlos-LAN-Adapter LAN-Verbindung* 1:

    Medienstatus. . . . . : Medium getrennt
    Verbindungsspezifisches DNS-Suffix:

Drahtlos-LAN-Adapter LAN-Verbindung* 2:

    Medienstatus. . . . . : Medium getrennt
    Verbindungsspezifisches DNS-Suffix:

Drahtlos-LAN-Adapter WLAN:

    Verbindungsspezifisches DNS-Suffix: Speedport_
    IPv6-Adresse. . . . . : 2003:::
    Temporäre IPv6-Adresse. . . . . : 2003:::
    Verbindungslokale IPv6-Adresse : fe80:::
    IPv4-Adresse . . . . . : 192.
    Subnetzmaske . . . . . : 255.255.255.0
    Standardgateway . . . . . : fe80::%3
    192.

Ethernet-Adapter Bluetooth-Netzwerkverbindung:

    Medienstatus. . . . . : Medium getrennt
    Verbindungsspezifisches DNS-Suffix:

C:\Users\>
```

- ① Name des Routers
- ② globale IPv6-Adresse des Routers
- ③ temporär gültige IP-Adresse des Routers (diese IP-Adresse ist von außen sichtbar)
- ④ IPv6-Adresse des Rechners im lokalen Netzwerk
- ⑤ IPv4-Adresse des Rechners im lokalen Netzwerk
- ⑥ Zur IPv4-Adresse gehörende Subnetzmaske. Nur die Kombination aus IPv4-Adresse und Subnetzmaske ermöglicht die korrekte Adressierung von Paketen im lokalen Netz.
- ⑦ ⑧ interne IP-Adressen des Routers

# Subnetze und Subnetzmasken

## Aufgabe 5

In einem Rechnernetz, das aus mehreren Subnetzen besteht, gibt es die folgenden IPv4-Adressen:

172.16.0.64    172.16.2.100    172.16.3.170  
172.16.2.199    172.16.0.15    172.16.2.254

- Zu wie vielen Subnetzen gehören die Adressen?
- Welche dieser IPv4-Adressen gehören zum gleichen Subnetz?
- Wie lautet der Netzwerkteil der IPv4-Adressen der Subnetze?

- Die Adressen gehören zu drei Subnetzen.
- 172.16.0.64 und 172.16.0.15  
172.16.2.100, 172.16.2.199 und 172.16.2.254  
172.16.3.170
- 172.16.0.  
172.16.2.  
172.16.3.

## Aufgabe 6

In einem Netzwerk beginnen alle IPv4-Adressen mit 10.10.10. und es wird die Subnetzmaske 255.255.255.192 verwendet.

- Notiere die Subnetzmaske in Binärschreibweise und markiere den Netzwerkteil.
- Die letzten beiden Binärstellen des Netzwerkteils stehen für die Nummerierung der Subnetze zur Verfügung. Wie viele Subnetze sind auf diese Weise möglich?
- Wie viele IPv4-Adressen stehen in jedem Subnetz für Geräte zur Verfügung?
- Notiere die kleinste und die größte IPv4-Adresse aller Subnetze in Binär- und Dezimalschreibweise.

a) Subnetzmaske                      Binärschreibweise  
255.255.255.192                      11111111 11111111 11111111 11000000

b) vier Subnetze sind möglich, da die beiden Bits jeweils die Werte 0 und 1 annehmen können: 00, 01, 10, 11

c) Netzmaske                      Max. Anzahl Geräte pro Subnetz  
255.255.255.192                       $2^6 - 2 =$                        $64 - 2 =$                       62

d) IPv4 Netzwerk    10.10.10. ...

IP Subnetz 1	von	<u>00001010 00001010 00001010 00000000</u>	10.10.10.0
	bis	<u>00001010 00001010 00001010 00111111</u>	10.10.10.63
IP Subnetz 2	von	<u>00001010 00001010 00001010 01000000</u>	10.10.10.64
	bis	<u>00001010 00001010 00001010 01111111</u>	10.10.10.127
IP Subnetz 3	von	<u>00001010 00001010 00001010 10000000</u>	10.10.10.128
	bis	<u>00001010 00001010 00001010 10111111</u>	10.10.10.191
IP Subnetz 4	von	<u>00001010 00001010 00001010 11000000</u>	10.10.10.192
	bis	<u>00001010 00001010 00001010 11111111</u>	10.10.10.255