

# Eingebettete Systeme

Prof. Dr. rer. nat. Peter Gerwinski

8. Dezember 2020

# Eingebettete Systeme

<https://gitlab.cvh-server.de/pgerwinski/es>

## 1 Einführung

## 2 Einführung in Unix

## 3 TCP/IP in der Praxis

### 3.0 Vorbereitungen

### 3.1 IP-Adressen

### 3.2 MAC-Adressen

### 3.3 TCP- und UDP-Ports

### 3.4 TCP-Protokolle

### 3.5 Routing

### 3.6 Netzwerkanalyse

### 3.7 SSH

### 3.8 X11 und VNC

### 3.9 Programmierung

## 4 Bus-Systeme

...

## 3.5 Routing

- `ip route` (Linux)  
`route` (MS-Windows, Unix)  
`netstat -nr` (MacOS)

```
# route -n
```

```
Kernel-IP-Routentabelle
```

Ziel	Router	Genmask	[...]	Iface
0.0.0.0	192.168.42.1	0.0.0.0	[...]	wlan0
169.254.0.0	0.0.0.0	255.255.0.0	[...]	wlan0
192.168.42.0	0.0.0.0	255.255.255.0	[...]	wlan0

Netzmaske:

Wenn nach Und-Verknüpfung mit IP-Adresse gleich, —→ im gleichen Netz

255.255.240.0 ist dasselbe wie /20

(20 Bit sind 1; die restlichen 12 Bit sind 0)

## 3.5 Routing

### Aufgabe

Zwei Rechner haben die IP-Adressen 10.11.12.13 und 10.11.22.33.

Befinden sich die beiden Rechner im gleichen Netz?

- (a) bei Netzmaske /24
- (b) bei Netzmaske /20
- (c) bei Netzmaske /16
- (d) Bestimme das kleinste Netz, das beide Rechner enthält, d. h. dasjenige Netz, das die wenigsten IP-Adressen enthält, dessen Zahl hinter dem Schrägstrich also möglichst groß ist.

## 3.5 Routing

### Aufgabe

Zwei Rechner haben die IP-Adressen 10.11.12.13 und 10.11.22.33.

Befinden sich die beiden Rechner im gleichen Netz?

(a) bei Netzmaske /24

Die Netzmaske /24 steht für 24 Einsen, 8 Nullen,  
ausgeschrieben 11111111 11111111 11111111 00000000  
oder 255.255.255.0

→ Die ersten drei Zahlen bezeichnen das Netz,  
die letzte Zahl den Rechner im Netz.

Da sich die ersten drei Zahlen für diese beiden Rechner unterscheiden,  
befinden sie sich in unterschiedlichen Netzen.

(b) bei Netzmaske /20

(c) bei Netzmaske /16

(d) Bestimme das kleinste Netz, das beide Rechner enthält,  
d. h. dasjenige Netz, das die wenigsten IP-Adressen enthält,  
dessen Zahl hinter dem Schrägstrich also möglichst groß ist.

## 3.5 Routing

### Aufgabe

Zwei Rechner haben die IP-Adressen 10.11.12.13 und 10.11.22.33.

Befinden sich die beiden Rechner im gleichen Netz?

- (a) bei Netzmaske /24
- (b) bei Netzmaske /20
- (c) bei Netzmaske /16

Die Netzmaske /16 steht für 16 Einsen, 16 Nullen,  
ausgeschrieben 11111111 11111111 00000000 00000000  
oder 255.255.0.0

→ Die ersten zwei Zahlen bezeichnen das Netz,  
die letzten zwei Zahlen den Rechner im Netz.

Da die ersten zwei Zahlen für diese beiden Rechner gleich sind,  
befinden sie sich im gleichen Netz.

- (d) Bestimme das kleinste Netz, das beide Rechner enthält,  
d. h. dasjenige Netz, das die wenigsten IP-Adressen enthält,  
dessen Zahl hinter dem Schrägstrich also möglichst groß ist.

## 3.5 Routing

### Aufgabe

Zwei Rechner haben die IP-Adressen 10.11.12.13 und 10.11.22.33.

Befinden sich die beiden Rechner im gleichen Netz?

(a) bei Netzmaske /24

(b) bei Netzmaske /20

(c) bei Netzmaske /16

Ich mache eine Und-Verknüpfung von 10.11.12.13 mit 255.255.0.0 und erhalte 10.11.0.0.

Ich mache eine Und-Verknüpfung von 10.11.22.33 mit 255.255.0.0 und erhalte ebenfalls 10.11.0.0.

Da beide Ergebnisse gleich sind, befinden sich beide Rechner im gleichen Netz.

(d) Bestimme das kleinste Netz, das beide Rechner enthält, d. h. dasjenige Netz, das die wenigsten IP-Adressen enthält, dessen Zahl hinter dem Schrägstrich also möglichst groß ist.

## 3.5 Routing

### Aufgabe

Zwei Rechner haben die IP-Adressen 10.11.12.13 und 10.11.22.33.

Befinden sich die beiden Rechner im gleichen Netz?

(a) bei Netzmaske /24

(b) bei Netzmaske /20

Die Netzmaske /20 ist ausgeschrieben

11111111 11111111 11110000 00000000. Ich mache eine Und-Verknüpfung

von 10.11.12.13 = 00001010 00001011 00001100 00001101, mit der

Netzmaske und erhalte 00001010 00001011 00000000 00000000 =

10.11.0.0. Ich mache eine Und-Verknüpfung von 10.11.22.33 =

00001010 00001011 00010110 00010001, und erhalte

00001010 00001011 00010000 00000000 = 10.11.16.0.

Ergebnisse verschieden → nicht im gleichen Netz.

(c) bei Netzmaske /16

(d) Bestimme das kleinste Netz, das beide Rechner enthält,  
d. h. dasjenige Netz, das die wenigsten IP-Adressen enthält,  
dessen Zahl hinter dem Schrägstrich also möglichst groß ist.



## 3.5 Routing

### Aufgabe

Zwei Rechner haben die IP-Adressen 10.11.12.13 und 10.11.22.33.

Befinden sich die beiden Rechner im gleichen Netz?

(a) bei Netzmaske /24

(b) bei Netzmaske /20

Die Netzmaske /20 ist ausgeschrieben 255.255.255.240.

Ich mache eine Und-Verknüpfung von 10.11.12.13 mit 255.255.240.0 und erhalte 10.11.0.0.

Ich mache eine Und-Verknüpfung von 10.11.22.33 mit 255.255.240.0 und erhalte ebenfalls 10.11.16.0.

Da beide Ergebnisse verschieden sind, befinden sich beide Rechner nicht im gleichen Netz.

(c) bei Netzmaske /16

(d) Bestimme das kleinste Netz, das beide Rechner enthält, d. h. dasjenige Netz, das die wenigsten IP-Adressen enthält, dessen Zahl hinter dem Schrägstrich also möglichst groß ist.

## 3.5 Routing

### Aufgabe

Zwei Rechner haben die IP-Adressen 10.11.12.13 und 10.11.22.33.

Befinden sich die beiden Rechner im gleichen Netz?

- (a) bei Netzmaske /24
- (b) bei Netzmaske /20
- (c) bei Netzmaske /16
- (d) Bestimme das kleinste Netz, das beide Rechner enthält, d. h. dasjenige Netz, das die wenigsten IP-Adressen enthält, dessen Zahl hinter dem Schrägstrich also möglichst groß ist. Wir notieren beide IP-Adressen binär und schauen, ab dem wievielten Bit sie sich unterscheiden:

10.11.12.13 = 00001010 00001011 00001100 00001101

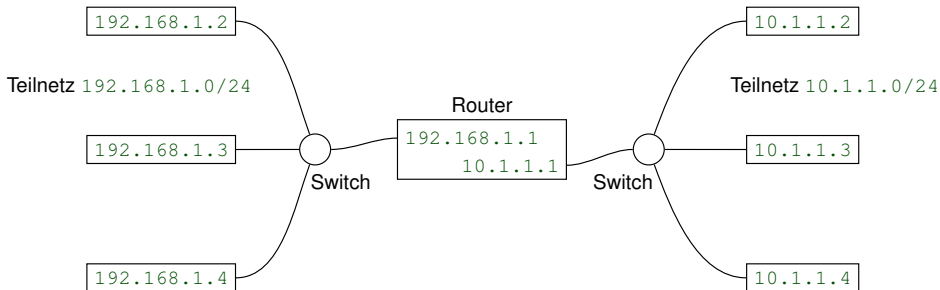
10.11.22.33 = 00001010 00001011 00010110 00010001

Die IP-Adressen stimmen in den ersten 19 Bits überein.

Die Maske des kleinsten Netzes, das beide Rechner enthält, lautet daher:

255.255.224.0 = 11111111 11111111 11100000 00000000 = /19.

## 3.5 Routing



Private IPv4-Netze:

10.0.0.0/8

172.16.0.0/12 – private: werden im öffentlichen Internet nicht geroutet

192.168.0.0/16

169.254.0.0/16 – link local: überhaupt kein Routing vorgesehen

## 3.5 Routing

- Private IP-Adressen:  
kein Routing im öffentlichen Internet

- *Network Address Translation (NAT, IP-Masquerading)*  
Merken der ursprünglichen IP über die Ausgangs-Port-Nr.
- Probleme mit Protokollen, die das Schichtenmodell verletzen,  
z. B. FTP, aber auch WebRTC
- zusätzliche Maßnahmen, z. B. STUN- oder TURN-Server

- Routing einschalten:

```
echo 1 > /proc/sys/net/ipv4/ip_forward
```

- Firewall-Regel:

```
iptables -t nat -A POSTROUTING \  
-o WAN-Interface -j MASQUERADE
```

## 3.6 Netzwerkanalyse

- tcpdump
- wireshark
- ettercap

**Warnung:** Das unerlaubte Mitlesen oder Manipulieren von Netzwerkverkehr ist gemäß deutschem Recht eine Straftat, die eine mehrjährige Freiheitsstrafe nach sich ziehen kann.

Bei der Anwendung der hier vorgestellten Werkzeuge ist daher höchste Sorgfalt geboten, um nicht versehentlich die Grenze zur Kriminalität zu überschreiten. Die Situation ist vergleichbar mit der Steuerung schwerer Maschinen, die bei unsachgemäßer Handhabung erheblichen Sach- und/oder Personenschaden bewirken können.

## 3.7 SSH

- Mit `nc -p 2345 -l -c /bin/bash` ermögliche ich Shell-Zugriff auf den Rechner über Port 2345.
- Achtung: Es erfolgt keine Verschlüsselung und noch nicht einmal eine Passwort-Abfrage!

Richtige Lösung mit Verschlüsselung und Authentifizierung: SSH

- `SSH <Rechner>`
- `-C`: Komprimierung
- `-L`: lokalen Port auf Remote-Port umleiten
- `-R`: Remote-Port auf lokalen Port umleiten

Authentifizierung

- Ich hinterlege den öffentlichen Schlüssel auf dem Ziel-Rechner.
- Wer dann im Besitz des privaten Schlüssels ist, kann sich dann auf dem Ziel-Rechner einloggen.
- Diese Methode ist sicherer als die Abfrage eines Passworts.

## 3.8 X11 und VNC

- Grafik-Bildschirm und Eingabegeräte über's Netz
- `DISPLAY`-Variable: X-Server: Rechner und Bildschirm
- `ssh -X`: X11-Forwarding

## 3.8 X11 und VNC

- Grafik-Bildschirm und Eingabegeräte über's Netz
- `DISPLAY`-Variable: X-Server: Rechner und Bildschirm
- `ssh -X`: X11-Forwarding
  
- VNC = Virtual Network Computing
- VNC-Server stellt Bildschirminhalt zur Verfügung
  - entweder: eigener, virtueller X11-Server
  - oder: ruft Inhalt von anderem (X11-) Bildschirm ab
- VNC-Client ruft Bildschirminhalt ab und stellt ihn dar
  - z. B. per X11
  - z. B. per Web-Interface: noVNC



## 3.9 Programmierung

- Shell-Skripte: nc (traditional oder OpenBSD)
- C: Sockets, select()
- C++: Callbacks