

# Eingebettete Systeme

Prof. Dr. rer. nat. Peter Gerwinski

1. 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
  - 3.9 Programmierung
- 4 Bus-Systeme**

...

## 3 TCP/IP in der Praxis

### Literatur:

<http://www.peter.gerwinski.de/download/net-2013ss.tar.gz>

### 3.0 Vorbereitungen **(Nicht jetzt ausführen!)**

- Verkabelung: Twisted-Pair-Kabel, Switches
- Automatismen abschalten

```
# service network-manager stop
```

## 3.1 IP-Adressen

- `ip addr` (Linux)
- `ifconfig` (Unix allgemein)
- `ipconfig` (MS Windows)
- `ip addr add <Netz>`
- `ip link`
- `ping <IP-Adresse>`

```
# 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>
    [...]

wlan0: flags=4163<UP,BROADCAST,RUNNING,MULTICAST>  mtu 1500
    inet 192.168.42.101  netmask 255.255.255.0
                                broadcast 192.168.42.255
    ether be:3f:ca:aa:7e:51 txqueuelen 1000  (Ethernet)
    [...]
```

## 3.1 IP-Adressen

IPv4-Adressen:

- 32 Bit
- dezimal, 4 Gruppen zu je 8 Bit (0–255), durch Punkte getrennt

IPv6-Adressen:

- 128 Bit
- hexadezimal, 8 Gruppen zu je 4 Hex-Ziffern, durch Doppelpunkte getrennt
- Führende Nullen dürfen weggelassen werden.
- Zwei Doppelpunkte bedeuten: Mit Nullen auffüllen.
- Literatur und Beispiel: <https://de.wikipedia.org/wiki/IPv6>

## 3.2 MAC-Adressen

MAC = Media Access Control

MAC-Adresse = Hardware-Adresse = Ethernet-Adresse

- `ip neigh`  
`arp`

## 3.3 TCP- und UDP-Ports

- `nc <IP> <Port>`  
Verbindung zu Programm  $\langle$ Port $\rangle$  auf Rechner  $\langle$ IP $\rangle$  aufnehmen
- `nc -l <Port>` oder `nc -p <Port> -l`  
auf eingehende Verbindungen warten („lauschen“)
- TCP-Ports: Verbindungskonzept, Netzwerk prüft
- UDP-Ports: einzelne Pakete, Anwendung muß selbst prüfen
- ICMP: keine Ports, nur Rechner:  
Erreichbarkeit, Eigenschaften der Übertragung

Anwendung: HTTP, SMTP, ...
Transport: TCP-/UDP-Ports, ICMP
Internet: IP-Adresse
Netzwerkzugang: Hardware-/MAC-Adresse

## 3.4 TCP-Protokolle

- **HTTP**

GET / HTTP/1.1

Host: www.hs-bochum.de

(Leerzeile)

URL: Schema://Benutzer:Passwort@Rechner:port/Pfad?Query#Fragment



## 3.4 TCP-Protokolle

- **HTTP**

- **SMTP**

HELO cassini

MAIL FROM: <example@example.com>

RCPT TO: <beispiel@example.de>

(E-Mail-Header – Teil der Nutzdaten)

DATA

From: Eddie Example <example@example.com>

To: Bert Beispiel <beispiel@example.de>

Subject: Hello, world!

(Leerzeile)

Hi, there!

.

- Protokolle „mal eben“ selbst schreiben: `nc -c` oder `inetd`

## 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.

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

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

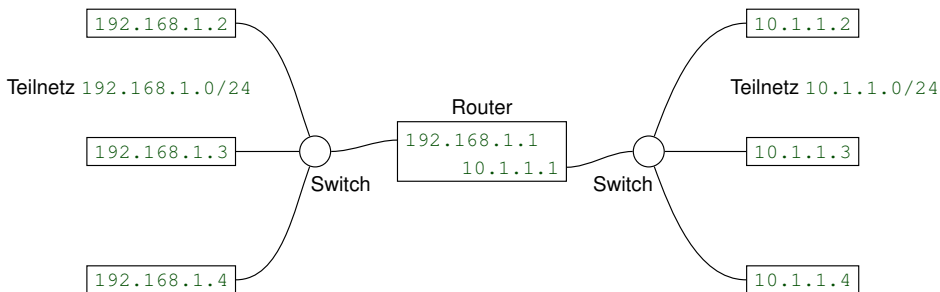
10.11.22.33 = 00001010 00001011 00010110 00010001

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

- 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.