



Technische  
Universität  
Braunschweig



Institut für Betriebssysteme  
und Rechnerverbund  
Connected and Mobile Systems



# Computernetze 1

## Übung 8

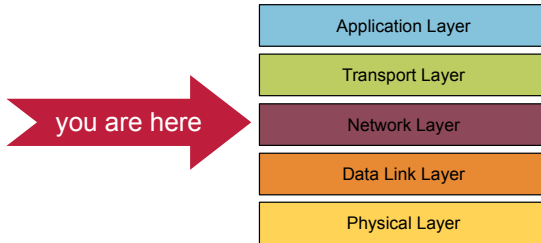
Fynn Schulze, 10. Juli 2025

Technische Universität Braunschweig, IBR

# Überblick

- 1) IP-Adressen
- 2) IP-Adress-Bereiche
- 3) Router und IP-Adressen

# Überblick



# IPv4 Adressen

## Aufbau einer IPv4 Adresse

- 32 Bit (4 Oktette/Bytes)

IP Adresse: 192.168.0.32      11000000.10101000.00000000.00100000

- Netzmaske teilt die Adresse in einen Host- und einen Netzanteil

IP Adresse: 192.168.0.32      11000000.10101000.00000000.00100000

Netzmaske: 255.255.255.128      11111111.11111111.11111111.10000000

---

Netzanteil: 192.168.0.0      11000000.10101000.00000000.00000000

Hostanteil: .32      00000000.00000000.00000000.00100000

# IPv4 Adressen

## Erklärung

IP Adressen teilen sich in einen Netz- und einen Hostanteil auf. Je nachdem wie man die Netzmaske wählt, kann man verschiedene Resultate erzielen:

- Mehr Subnetze  
→ weniger Rechner pro Subnetz
- Mehr Rechner pro Subnetz  
→ weniger Subnetze

# IPv4 Netzmasken und Netze

## Netzmasken

- definieren die Anzahl Bits des Netzanteils einer IP Adresse
- beginnt immer mit Einsen, endet immer mit Nullen

## Netze

- werden durch eine Netzmaske definiert
- jedes Netz hat zwei reservierte Adressen
  - Netzadresse (niedrigste Adresse im Netz)
  - Broadcast-Adresse (höchste Adresse im Netz)
- alle anderen Adressen im Netz können für Hosts verwendet werden
- Kurzschreibweise für Netzgröße möglich
  - Beispiel: 192.168.0.0/25 → Netz hat 25 Einsen in der Netzmaske

# IPv4 Adresszuteilung

## Fragestellung

Woher bekommt man die IP(v4)-Adressen für das Netzwerk

## Antwort

- Private Adressbereiche
  - 10.0.0.0/8
  - 172.16.0.0/12
  - 192.168.0.0/16
- Öffentliche IPs: Internet Assigned Numbers Authority (IANA)
  - Vergibt Adressbereiche an *Regional Internet Registry* (RIR) (z.B. RIPE für Europa)

# Aufgabe 1: IP-Adressen

- a) Ein System habe die IP-Adresse 134.169.35.120. Die Netzmaske sei 255.255.255.192. Wieviele Endsysteme lassen sich in diesem Netz adressieren?

## Lösung

- Netzmaske 255.255.255.192  $\rightarrow$  /26  
 $\rightarrow$  Adressen mit 26 Bits Netzwerkanteil und 6 Bits Hostanteil
- $2^6$  mögliche Adressen im Hostanteil
- abzüglich 2 reservierte Adressen (Netz und Broadcast)
- **62 Endsysteme im Netz adressierbar**



## 1 b) Netzzugehörigkeit

i. Gehört 134.169.34.218 in das Netz 134.169.34.192/26?

### Lösung

- Netzmaske enthält 26 Einsen  
→ 255.255.255.192
- Binäre VerUNDung Adresse + Netzmaske
- 10000110.10101001.00100010.11011010 (Adresse)  
& 11111111.11111111.11111111.11000000 (Netzmaske)  
= 10000110.10101001.00100010.11000000  
= 134.169.34.192 (Netzadresse)
- Adresse gehört zum Netz

## 1 b) Netzzugehörigkeit

ii. Gehört 134.169.35.218 in das Netz 134.169.34.0/23?

### Lösung

- Netzmaske enthält 23 Einsen  
→ 255.255.254.0
- Binäre VerUNDung Adresse + Netzmaske
- 10000110.10101001.00100011.11011010 (Adresse)  
& 11111111.11111111.11111110.00000000 (Netzmaske)  
= 10000110.10101001.00100010.00000000  
= 134.169.34.0 (Netzadresse)
- **Adresse gehört zum Netz**

## 1 b) Netzzugehörigkeit

iii. Gehört 134.169.35.218 in das Netz 134.169.34.0/24?

### Lösung

- Netzmaske enthält 24 Einsen  
→ 255.255.255.0
- Binäre VerUNDung Adresse + Netzmaske
- 10000110.10101001.00100011.11011010 (Adresse)  
& 11111111.11111111.11111111.00000000 (Netzmaske)  
= 10000110.10101001.00100011.00000000  
= 134.169.35.0 (Netzadresse)
- **Adresse gehört NICHT zum Netz**

# Netzzugehörigkeit (intuitiv)

**Netzadresse: 134.169.34.0**

**Subnetzmaske /24** 11111111.11111111.11111111.00000000

Grenze ist genau hinter 3. Oktett  
Alle 134.169.34.xxx gehören zum Netz

**Subnetzmaske /23** 11111111.11111111.11111110.00000000

Grenze ist 1 Bit vor 3. Oktett  $\Rightarrow$  Netz doppelt so groß  
Alle 134.169.34.xxx und 134.169.35.xxx gehören zum Netz

**Subnetzmaske /25** 11111111.11111111.11111111.10000000

Grenze ist 1 Bit hinter 3. Oktett  $\Rightarrow$  Netz halb so groß  
Alles zwischen 134.169.34.0 und 134.169.34.127 gehört zum Netz

# 1 c) IPv6

c) Warum soll in Zukunft die Version 4 der Internet Protokolls durch die Version 6 ersetzt werden?

# 1 c) IPv6

## Lösung

- IPv4:  $2^{32} \approx 4.3$  Milliarden IP Adressen
- IPv6:  $2^{128} \approx 340$  Sextillionen  $= 3.4 \cdot 10^{38}$  IP Adressen
- einfachere Protokollverarbeitung
  - Fixe Header Größe (schnelle Verarbeitung durch Hardware)
  - Keine Felder mehr für Fragmentierung
- einfache Erweiterbarkeit
- eingebaute Sicherheitsmechanismen (IPsec)
- bessere Mobilitätsunterstützung  
(aber: gehört, wie bei IPv4, nicht zum Standard)

# IPv6 Größenvergleich

## IPv4 vs. IPv6

- Annahme: Wir brauchen eine Adresse pro  $mm^2$  Fläche.
- IPv4 reicht für ein halbes Fußballfeld ( $4295 m^2$ )
- IPv6 reicht für rund 600,000,000,000,000,000 (600 Billionen) Mal die Oberfläche der Erde

## Aufgabe 2: IP-Adress-Bereiche

Das Internet besteht aus vielen unterschiedlich großen Netzen, die über Router miteinander verbunden sind. Beim Weiterleiten von IP Paketen müssen diese Router wissen, an welchen nächsten Knoten Pakete gesendet werden sollen. Damit nicht alle Router jeden einzelnen Host kennen müssen, werden in der Weiterleitungstabelle Netze und Netzmasken verwendet.



# Wiederholung

## Netzmasken

Postadresse			Name
DE	BS / 38106	Mühlenpfordtstr. 23	Wolf

Netzadresse			Host
255	255	255	0
134	169	34	42

## 2 a) Gültige Netzmaske

- a) Handelt es sich bei 255.255.255.125 um eine gültige Netzmaske?  
Begründen Sie Ihre Aussage.

### Lösung

- Nein
- Aufgabe der Netzmaske: “Maskieren” einer Host-Adresse auf die Netzadresse durch binäre UND-Verknüpfung
- Vorne nur Einsen, hinten nur Nullen erlaubt
- $255.255.255.125 = 11111111.11111111.11111111.01111101$

## 2 b) Subnetze

- b) Eine Firma bekommt einen neuen Netzbereich mit 256 aufeinander folgende IP-Adressen im Netzbereich 134.169.200.0 - 255. Die Firma besteht aus drei Abteilungen mit etwa gleich vielen Nutzern. Das Netz soll somit in drei möglichst gleich große Netze geteilt werden, die über einen Router verbunden sind.
- Welche IP-Nummern erhalten die jeweiligen Netze?
  - Wieviele Hosts können angeschlossen werden?
  - Wie lauten die Broadcast-Adressen?
  - Wie lauten die Netzwerk-Adressen?

## 2 b) Subnetze

i. Welche IP-Nummern erhalten die jeweiligen Netze?

### Lösung

- Netzbereich mit 256 aufeinander folgenden IP-Adressen:  
134.169.200/24 (134.169.200.0 bis 134.169.200.255)
- Aufteilung auf 3 Abteilungen  $\Rightarrow$  „drei möglichst gleich große Netze“
- Netz lässt sich nur in 2er-Potenzen teilen!

### Variante A: gleich große Netze

- 2 Bits reservieren

$\Rightarrow 2^2 = 4$  (gleich große) Teilnetze

### Variante B: drei Netze

- 1 Bit reservieren

$\Rightarrow 2^1 = 2$  Teilnetze

- Bei 2. Teilnetz 1 weiteres Bit reservieren

$\Rightarrow 3$  (unterschiedliche) Teilnetze

## 2 b) Variante A – Netzadressen

### Netzmasken der Variante A

- Für alle Teilnetze gleich → erste 26 Bit auf 1 gesetzt
  - 11111111.11111111.11111111.11000000 (/26 ⇒ 255.255.255.192)

### Teilnetze der Variante A

- 1: 10000110.10101001.11001000.**00**000000 → 134.169.200.0/26
- 2: 10000110.10101001.11001000.**01**000000 → 134.169.200.64/26
- 3: 10000110.10101001.11001000.**10**000000 → 134.169.200.128/26
- 4: 10000110.10101001.11001000.**11**000000 → 134.169.200.192/26

## 2 b) Variante B – Netzadressen

### Netzmasken der Variante B

- Unterschiedlich je nach Teilnetz:

1: 11111111.11111111.11111111.10000000 (/25  $\Rightarrow$  255.255.255.128)

2: 11111111.11111111.11111111.10000000 (/25  $\Rightarrow$  255.255.255.128)

2a: 11111111.11111111.11111111.11000000 (/26  $\Rightarrow$  255.255.255.192)

2b: 11111111.11111111.11111111.11000000 (/26  $\Rightarrow$  255.255.255.192)

### Teilnetze der Variante B

1: 10000110.10101001.11001000.00000000  $\rightarrow$  134.169.200.0/25

2: 10000110.10101001.11001000.10000000  $\rightarrow$  134.169.200.128/25

2a: 10000110.10101001.11001000.10000000  $\rightarrow$  134.169.200.128/26

2b: 10000110.10101001.11001000.11000000  $\rightarrow$  134.169.200.192/26

## 2 b) Vergleich der Varianten

### Variante A

Nr.	Netzadresse	Netzmaske
1	134.169.200.0	255.255.255.192 (/26)
2	134.169.200.64	255.255.255.192 (/26)
3	134.169.200.128	255.255.255.192 (/26)
4	134.169.200.192	255.255.255.192 (/26)

### Variante B

Nr.	Netzadresse	Netzmaske
1	134.169.200.0	255.255.255.128 (/25)
2a	134.169.200.128	255.255.255.192 (/26)
2b	134.169.200.192	255.255.255.192 (/26)

## 2 b) Anzahl Host-Adressen

ii. Wieviele Hosts können angeschlossen werden?

### Lösung

⇒ Anzahl Host-Adressen:

- 6 Bit für den Host-Anteil (bei Variante B auch 1x 7 Bit)
- Broadcast-Adresse: alle Host-Bits 1
- Netzadresse: alle Host-Bits 0
- Variante A:  $4 \times (2^6 - 2) = 248$
- Variante B:  $2 \times (2^6 - 2) + (2^7 - 2) = 250$



## 2 b) Broadcast-/Netzwerk-Adressen

iii./iv. Wie lauten die Broadcast-/Netzwerk-Adressen?

### Variante A

Nr.	Netzadresse	Netzmaske	Broadcast-Addr.	#Hosts
1	134.169.200.0	/26	134.169.200.63	62
2	134.169.200.64	/26	134.169.200.127	62
3	134.169.200.128	/26	134.169.200.191	62
4	134.169.200.192	/26	134.169.200.255	62

### Variante B

Nr.	Netzadresse	Netzmaske	Broadcast-Addr.	#Hosts
1	134.169.200.0	/25	134.169.200.127	126
2a	134.169.200.128	/26	134.169.200.191	62
2b	134.169.200.192	/26	134.169.200.255	62

## 2 c) IP-Adress-Bereiche

- c) Bestimmen Sie für eine gegebene Kombination aus IP-Netzadresse und Netzmaske die jeweils kleinste und größte vergebbare IP-Hostadresse:

## 2 c) IP-Adress-Bereiche

IP-Netzadresse	Netzmaske	„kleinste“	„größte“
		vergebbare IP-Hostadresse	
192.168.128.0	255.255.255.0	192.168.128.1	192.168.128.254
192.168.128.64	255.255.255.192	192.168.128.65	192.168.128.126
192.168.128.128	255.255.255.192	192.168.128.129	192.168.128.190
192.168.128.16	255.255.255.240	192.168.128.17	192.168.128.30
192.168.128.224	255.255.255.240	192.168.128.225	192.168.128.238
192.168.128.4	255.255.255.252	192.168.128.5	192.168.128.6
192.168.128.248	255.255.255.252	192.168.128.249	192.168.128.250
172.24.0.0	255.255.0.0	172.24.0.1	172.24.255.254
172.24.128.0	255.255.240.0	172.24.128.1	172.24.143.254
10.0.0.0	255.0.0.0	10.0.0.1	10.255.255.254
10.128.0.0	255.240.0.0	10.128.0.1	10.143.255.254

# Aufgabe 3: Router und IP-Adressen

a) Ein Router habe gerade die folgenden neuen IP-Adressen erhalten:

134.169.96.0/21

134.169.104.0/21

134.169.112.0/21

134.169.120.0/21

Wenn alle die selbe Ausgangsleitung verwenden sollen, lassen sich die Einträge für die Routing-Tabelle zusammenfassen? Wenn ja, wie? Wenn nein, warum nicht?

# 3 a) Zusammenfassung der Routing-Tabelle

## Lösung

- Netze:
  - 10000110.10101001.01100000.00000000 (134.169.96.0)
  - 10000110.10101001.01101000.00000000 (134.169.104.0)
  - 10000110.10101001.01110000.00000000 (134.169.112.0)
  - 10000110.10101001.01111000.00000000 (134.169.120.0)
- 21 Bit Netzmaske (255.255.248.0):
  - 11111111.11111111.11111000.00000000
- zusammenfassbar zu 19 Bit Netzmaske (255.255.224.0):
  - 11111111.11111111.11100000.00000000
  - Zusammenfassung: **134.169.96.0/19**

## 3 b) Aufspaltung der Routing-Tabelle

- b) Die IP-Adressen von 134.169.0.0 bis 134.169.127.255 wurden zu 134.169.0.0/17 zusammengefasst. Es stellt sich jedoch heraus, dass ein Bereich von 1024 Adressen (134.169.60.0 - 134.169.63.255) nun über eine andere Ausgangsleitung geroutet werden soll. Müssen die zusammengefassten Adressbereiche wieder aufgespalten werden oder gibt es noch eine andere Möglichkeit?

### Lösung

- Aufspalten ist **nicht** nötig
- Hinzufügen von 134.169.60.0/22 reicht
- Bereiche dürfen überlappen!
- „Der spezifischere gewinnt“

# Zusammenfassung

## IP-Adressen

- Netzadresse und Netzmaske definieren ein Netz
- IP-Adressen sind Netzen zugeordnet
- IPv6-Adressbereich ist RIESIG!

## IP-Adress-Bereiche

- Netzmasken haben vorne nur Einsen, hinten nur Nullen
- Netze lassen sich in Subnetze anhand der Netzmaske teilen

## IP Routing

- Subnetze können in Routing-Tabellen zusammengefasst werden
- Routing-Tabellen sollen möglichst klein sein

# Nächste Übung: 10. Juli 2025