



# Netzwerke und Internettechnologien 1





# Internet Protocol Version 4



Netzwerke und Internettechnologien 1

# Lernziele



1

Aufbau und  
Verwendung von IPv4



2

IPv4-  
Subnetzberechnung



# Internet Protocol Version 4

- Das Internet Protocol (IP) wurde veröffentlicht 1981 im RFC 791 veröffentlicht.
- Befindet sich in der Internetschicht des Im TCP/IP-Protokollstapels.

Schicht	Protokolle
Anwendungsschicht	DNS, IMAP, HTTP, ...
Transportschicht	TCP, UDP
Internetschicht	IP (IPv4, IPv6)
Netzzugangsschicht	Ethernet, WLAN, ...

- Ist verbindungslos und unsicher, garantiert nicht, dass alle Pakete in der richtigen Reihenfolge oder überhaupt ankommen.
- Jedes Paket wird als unabhängige Einheit betrachtet, d.h. jedes Datenpaket kann individuell geroutet werden.

# Aufgaben von IPv4

- **Logische Adressierung**

- Jeder Host in einem TCP/IP-Netzwerk benötigt für die Kommunikation eine IP-Adresse. Diese muß zumindest im lokalen Netzwerk (private IP-Adresse) einmalig sein.
- Dazu wird jedem Hardware-Interface (Netzwerkkarte oder -adapter) eine logische IPv4-Adresse zugeteilt.

- **Routing**

- Eine weitere Aufgabe ist es, Datenpakete zu übertragen. Bei jedem Paket entscheidet sich, welchen Weg zum Zielnetz das IP-Paket übertragen wird.

# Aufgaben von IPv4

- **Fragmentierung**

- Daten werden immer dann in Fragmente aufgeteilt, wenn Daten größer sind als die erlaubte Größe eines Datenblocks im Netzwerk.
- Die größtmögliche Länge wird als MTU (maximum transmission unit) bezeichnet, beträgt im Ethernet standardmäßig 1.500 Bytes.
- Sind die Daten größer werden diese in Fragmente aufgeteilt. Jedes Fragment hat danach eine Länge von max.. 1.500-Bytes und im Feld Identification denselben Wert.
- Fragmentierung hat in der Regel negativen Einfluss auf den Datendurchsatz.
- Sender kann die Fragmentierung mit dem Flag *Don't-Fragment* verhindern.

# Aufbau eines IP-Paketes

- IP-Pakete (Datagramme) sind die Grundelemente der IP-Kommunikation.
- Sie bestehen aus 2 Teilen:
  1. IP-Header
    - Länge beträgt 20 – 60 Byte
    - Kopfdatenbereich ist 20 Byte lang, Optionen und Fülldaten können bis zu 40 Byte lang sein

Bit 0	Bit 7	Bit 15	Bit 31
Version	Header length	Typ of Service	Total length
Identifier			Flags Fragment Offset
Time of Live	Protocol	Header Checksum	
Source Address			
Destination Address			
Options			Padding

Abbildung 1: IPv4-Header (Quelle: RFC 791, eigene Darstellung)

# Aufbau eines IP-Paketes

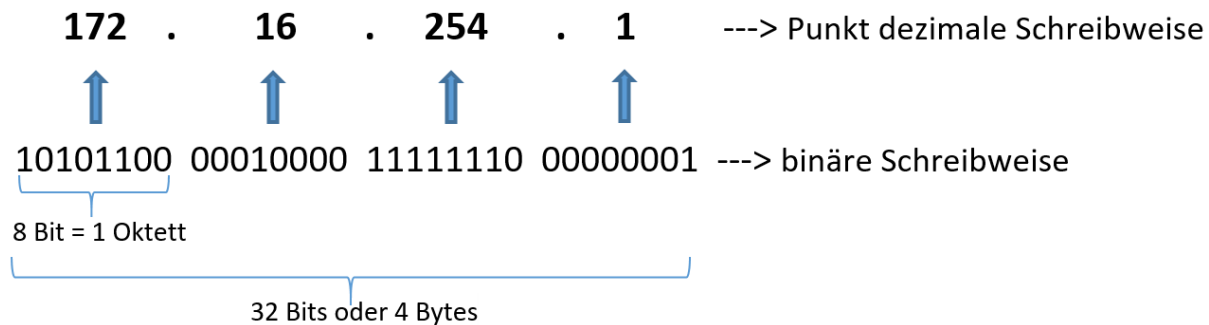
## 2. Bereich für Nutzdaten (Payload)

- Nutzdaten umfassen die Daten der Protokolle darüber liegender Schichten (z.B. TCP, UDP)
  - Verschachtelung wird als Datenkapselung bezeichnet
- 
- Die max.. Größe eine IP-Paketes, Header + Payload, wird als MTU bezeichnet. Diese beträgt 65.535 Bytes, im Ethernet max. 1.500 Byte.



# Adressaufbau

- IP-Adressen sind 32-Bit lang
- Theoretisch sind 4.294.967.296 ( $2^{32}$ ) Adressen möglich
- Für die bessere Lesbarkeit werden Adressen in der Dotted decimal notation dargestellt
  - Die 32-Bit werden in 4 Blöcken zu je 8-Bit aufgeteilt, sogenannte Oktette.
  - Jedes Oktett wird in das dezimale Äquivalent umgewandelt und mit einem Punkt getrennt.
  - Jedes Oktett kann eine Zahl von 0 – 255 repräsentieren



# Netzklassen

- Anfangs gab es fest vorgeschriebene Einteilungen für Netzklassen mit einer festen Länge.
- Da diese Einteilung sehr unflexibel ist, wird seit 1993 vor allem im WAN hauptsächlich das Classless Inter-Domain Routing-Verfahren durchgeführt, welches bitvariable Netzmasken ermöglicht.
- Viele netzwerkfähige Betriebssysteme bestimmen die Standardnetzmaske anhand der alten Klassifikation, da im lokalen Netz überwiegend noch mit den Klassen gearbeitet wird.

IP-Netzklassen				
Bit 31-28	Bit 27-24	Bit 23-16	Bit 15-8	Bit 7-0
Klasse A: Netze 0.0.0.0/8 bis 127.255.255.255				
0 ... 8-Bit-Netz		24-Bit-Host		
Klasse B: Netze 128.0.0.0/16 bis 191.255.255.255				
10 ... 16-Bit-Netz			16-Bit-Host	
Klasse C: Netze 192.0.0.0/24 bis 223.255.255.255				
110 ... 24-Bit-Netz				8-Bit-Host
Klasse D: Multicast-Gruppen 224.0.0.0/4 bis 239.255.255.255				
1110	28-Bit-Multicast-Guppen-ID			
Klasse E: Reserviert 240.0.0.0/4 bis 255.255.255.255				
1111	28 Bit reserviert für zukünftige Anwendungen			

Abbildung 1: IP-Netzklassen (Quelle: RFC 791, eigene Darstellung)

# Netzklassen

- Nicht verwendbare bzw. für besondere Zwecke vorgesehene Bereiche
  - 0.0.0.0 => das vorliegende Netzwerk
  - 127.0.0.0 – 127.255.255.255 => Loopback (lokaler Computer)
  - 169.254.0.0 – 169.254.255.255 => Automatic Private IP-Adressing (APIPA)
  - 255.255.255.255 => globaler Broadcast, adressiert alle Host im gesamten Netzwerk
  - Erste Adresse eines Netzwerkes => Netz-ID
  - Letzte Adresse eines lokalen Netzwerkes => adressiert alle Hosts in diesem Sub-netzwerk

# Private IP-Adressbereiche

- Adressklassen für private Netzwerke, um Unternehmen und Privatpersonen die Möglichkeit zu geben, lokale Netzwerke unterschiedlicher Größe zu erstellen.
- Die Adressen dieser Bereiche werden im Internet nicht geroutet.
- In den Adressklassen wurden folgende Bereiche festgelegt:
  - Klasse A: 10.0.0.0 – 10.255.255.255
  - Klasse B: 172.16.0.0 – 172.31.255.255
  - Klasse C: 192.168.0.0 – 192.168.255.255

# Subnetzmaske

- Mittels der Subnetzmaske kann ermittelt werden, ob eine IP-Adresse zum gleichen Subnetz gehört.
- Ist eine Bitmaske, bestehend aus 32 Bit, die angibt, wie viele Bits einer IP-Adresse das Netzpräfix ausmachen.
- Besteht aus 2 Teilen (Netzteil und Hostanteil)
  - Die Anzahl der 1er-Bits von links geben den Netzanteil, die restlichen 0er-Bits den Hostanteil an.
  - Beispiel: **11111111 11111111 11111111 00000000**
- Der Netzwerkteil muss bei allen Geräten in einem Netz gleich sein.
- Schreibweisen:
  - 255.255.255.0 => Dezimal-Punkt-Schreibweise
  - /24 => als Suffix (CIDR)

# Subnetzmaske - CIDR

- Classless Inter-Domain-Routing (CIDR) ist ein Verfahren zur effizienteren Nutzung des Adressraumes.
- Mit CIDR entfällt die feste Zuordnung einer IP-Adresse zu einer Netzklasse
- Die Präfixlänge ist im Gegensatz zum Klassenbezogenem Subnetting frei wählbar und muss bei der CIDR-Notation zwingend mit angegeben werden.

# Subnetzmaske

- Anzahl der Host bei einer Subnetzmaske von 255.255.255.0 bzw. /24 ermitteln:

11111111 11111111 11111111 00000000

└──────────┘ └──────────┘

Netzteil Hostanteil

- 24 Bit der Subnetzmaske sind auf 1 gesetzt
- Es bleiben von insg. 32 Bits 8 übrig (32-24)
- Hostanteil ist 8 Bit
- $2^8 = 256$
- $256 - 2 = 254$  Hosts

# Subnetzmaske

- Ermitteln, ob die 2 PCs im selben Subnetz sind:
- PC1 = 192.168.0.13/24 und PC2 = 192.168.0.138/24
- Mit der logischen „UND“-Funktion kann man die Netz-ID ermitteln (Erste IP-Adresse in einem Netzwerk).

PC1	11000000 10101000 00000000 00001101
Subnetzmaske PC1	<u>11111111 11111111 11111111 00000000</u>
Logisches „UND“	<b>11000000 10101000 00000000 00000000</b>
PC2	11000000 10101000 00000000 10001010
Subnetzmaske PC2	<u>11111111 11111111 11111111 00000000</u>
Logisches „UND“	<b>11000000 10101000 00000000 00000000</b>

- Ist das Ergebnis bei beiden PCs gleich, befinden sie sich im gleichen IP-Subnetz



# IPv4 – Subnetz-Berechnung



# Subnetz-Bildung

- Auswirkungen:
  - Veränderung der Standardsubnetzmaske
  - Bildung verschiedener kleiner Netze
  - Verringerung der Anzahl von adressierbaren Hosts pro Netzwerk
- Ergebnisse:
  - kleinere Netzwerke
  - mehr Sicherheit
  - Verminderung des Broadcast-Verkehrs

# Subnetz-Bildung

- Ermittlung der Anzahl der notwendigen Subnetze und der Anzahl der Hosts pro Subnetz
- Die Anzahl der nach dem Subnetting übrig gebliebenen Nullen in der Subnetzmaske bestimmt die Anzahl der Hosts pro Subnetz.
  - Werden 3 Bits vom Hostanteil einer Klasse C Adresse entliehen, um 8 Subnetze zu bilden, können 32 Adressen pro Subnetz gebildet werden
  - Die jeweils erste und letzte Adresse in einem Subnetz darf nicht verwendet werden, da sie Netzwerk- und Broadcastadresse des Subnetzes darstellen.
  - Insgesamt sind also 30 Hosts pro Subnetz adressierbar!

# Subnetting

- Ist das Unterteilen eines Netzes in mehrere Unternetze (Subnetze), die alle im selben zusammenhängenden Adressraum bleiben.
- Ein Ziel ist dabei die Verschwendung von Hostadressen zu reduzieren.
- Subnetting anhand eines Beispiels:
  - Klasse C-Netz
  - Netz-Adresse = 192.168.1.0
  - Subnetzmaske = 255.255.255.0 (11111111 11111111 11111111 00000000)
  - Hostanteil = 192.168.1.n
  - Ohne Subnetting ein Netzwerk mit 256 möglichen IP-Adressen (254 für Hosts nutzbar).

# Subnetting

## Beispielrechnung

- Aufteilung eines Klasse C – Netzwerkes (192.168.1.0/24) in 6 Subnetze
- Subnetze können nur aufgrund von 2er Potenzen gebildet werden, d.h. es müssen 8 Netzwerke gebildet werden
- Für die Adressierung von 8 Subnetzen werden 3 zusätzliche Bits benötigt, die dem Hostanteil entnommen werden.
  - Neue Subnetzmaske: 11111111 11111111 11111111 **111**00000 => 255.255.255.224
  - 1. Subnet
    - Netzadresse: 192.168.1.0
    - IP-Range : 192.168.1.1 – 192.168.1.30
    - Broadcast: 192.168.1.31
  - 2. Subnet
    - Netzadresse: 192.168.1.32
    - IP-Range : 192.168.1.33 – 192.168.1.62
    - Broadcast: 192.168.1.63
  - usw.

# Variable Length of Subnet Mask (VLSM)

- Bietet die Möglichkeit Subnetze mit unterschiedlicher Größe zu erstellen.
- Subnetting hat eine „feste“ Anzahl von IP-Adressen in einem Subnetz, VLSM dagegen ermöglicht je Subnetz eine unterschiedliche Anzahl von IP-Adressen
- Beispiel anhand eines Klasse-C-Adressraumes:
  - 4 Gruppen an Computern:
    - Gruppe 1: Data Center mit 72 Hosts
    - Gruppe 2: Call Center mit 50 Hosts
    - Gruppe 3: Operative Ebene mit 25 Hosts
    - Gruppe 4: Management mit 20 Hosts
  - Herkömmliches Subnetting => 4 Subnetze (62 Hosts je Netz)

# Variable Length of Subnet Mask (VLSM)

## Beispielrechnung

- Der Adressraum wird erst zweigeteilt:
  - Subnetz 1: deckt das Data Center ab
  - Subnetz 2: wird abermals zweigeteilt (62 Hosts)
    - Subnetz 2.1: Call Center
    - Subnetz 2.2: wird zweigeteilt (30 Hosts)
      - Subnetz 2.2.1: operative Ebene
      - Subnetz 2.2.2: Management

Gruppe 1: Data Center mit 72 Hosts  
Gruppe 2: Call Center mit 50 Hosts  
Gruppe 3: Operative Ebene mit 25 Hosts  
Gruppe 4: Management mit 20 Hosts



# Variable Length of Subnet Mask (VLSM)

## Beispielrechnung



- 4 Gruppen an Computern:
  - Gruppe 1: Data Center mit 72 Hosts
  - Gruppe 2: Call Center mit 50 Hosts
  - Gruppe 3: Operative Ebene mit 25 Hosts
  - Gruppe 4: Management mit 20 Hosts

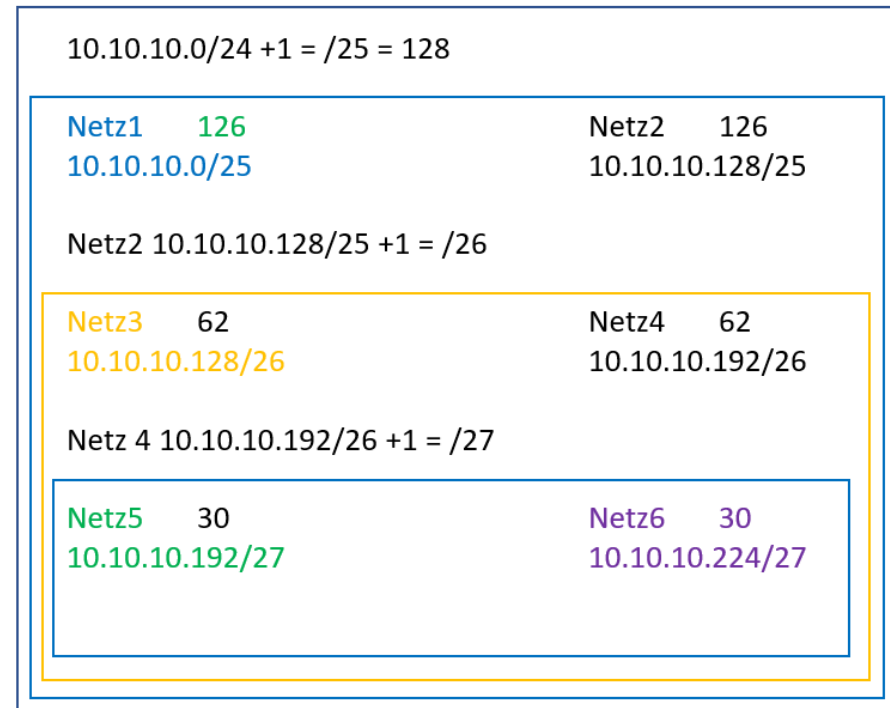


Abbildung 1: VLSM (eigene Darstellung)



# Supernetting

- Mehrere Adressen werden in einer einzigen Netzwerkkennung zusammengefasst.
- Damit erhöht sich die Effizienz der Zuweisung der IP-Adressen und reduziert die Anzahl nicht genutzter IP-Adressen.
- Dient zur Reduzierung des Umfanges der Routingtabellen und erhöht die Effizienz des Routing.
- Beispiel:

IP 220.78.168.0/24

IP: 11011100.01001110.10101000.00000000

Mask: 11111111.11111111.11111111.00000000 /24

IP 220.78.172.0/24

IP: 11011100.01001110.10101100.00000000

Mask: 11111111.11111111.11111111.00000000 /24

Zusammenfassung im übergeordneten Netz:

220.78.168.0/21 255.255.248.0

IP 220.78.175.0/24

IP: 11011100.01001110.10101111.00000000

Mask: 11111111.11111111.11111111.00000000 /24

# Quellen

## Buchquelle

NAT - Network Address Translation (2021). Online verfügbar unter <https://www.elektronik-kompodium.de/sites/net/0812111.htm>, zuletzt aktualisiert am 30.04.2021, zuletzt geprüft am 30.04.2021.

Kersken, Sascha (2017): IT-Handbuch für Fachinformatiker. Der Ausbildungsbegleiter. 8. Auflage, revidierte Ausgabe. Bonn: Rheinwerk Verlag; Rheinwerk Computing.

Schreiner, Rüdiger (2014): Computernetzwerke. Von den Grundlagen zur Funktion und Anwendung. 5., erw. Aufl. München: Hanser.

## Abbildungen

# VIELEN DANK!

