

19.4 Subnetting-Spickzettel

Dieser Spickzettel fasst die wichtigsten Regeln für IPv4-Subnetting kompakt zusammen.

Er ist besonders wichtig für:

- Netzadresse berechnen
- Broadcastadresse berechnen
- nutzbare Hostadressen bestimmen
- Hostanzahl berechnen
- Subnetze vergleichen
- Subnetzmasken verstehen
- Prüfungsaufgaben schneller lösen

Merksatz:

Subnetting ist das Aufteilen eines IP-Netzes in kleinere Teilnetze.

Grundidee von Subnetting

Eine IPv4-Adresse besteht aus:

Netzanteil

und

Hostanteil

Der Netzanteil sagt:

Zu welchem Netzwerk gehört die Adresse?

Der Hostanteil sagt:

Welches Gerät innerhalb dieses Netzwerks ist gemeint?

Merksatz:

Netzanteil findet das Netz.

Hostanteil findet den Host im Netz.

IPv4-Grundregel

IPv4-Adressen haben immer:

32 Bit

Beispiel:

192.168.1.10

Diese Adresse besteht aus vier Oktetten.

Ein Oktett hat:

8 Bit

Vier Oktette:

$4 \times 8 \text{ Bit} = 32 \text{ Bit}$

Merksatz:

IPv4 = 32 Bit.

Präfixschreibweise

Beispiel:

192.168.1.10/24

Das /24 bedeutet:

24 Bit Netzanteil

Da IPv4 insgesamt 32 Bit hat:

$$32 - 24 = 8 \text{ Hostbits}$$

Merksatz:

Präfix = Anzahl der Netzbits.

Subnetzmaske

Die Subnetzmaske zeigt, welcher Teil der IP-Adresse zum Netz gehört.

Beispiel:

Präfix	Subnetzmaske
/24	255.255.255.0
/25	255.255.255.128
/26	255.255.255.192
/27	255.255.255.224
/28	255.255.255.240
/29	255.255.255.248
/30	255.255.255.252

Merksatz:

Subnetzmaske und Präfix beschreiben dieselbe Aufteilung.

Netzbits und Hostbits

Formel:

$$\text{Hostbits} = 32 - \text{Präfix}$$

Beispiele:

Präfix	Netzbits	Hostbits
/24	24	8

Präfix	Netzbits	Hostbits
/25	25	7
/26	26	6
/27	27	5
/28	28	4
/29	29	3
/30	30	2

Merksatz:

Je mehr Netzbits,
desto weniger Hostbits.

Hostanzahl berechnen

Formel:

nutzbare Hosts = 2^{Hostbits} minus 2

Warum minus 2?

eine Adresse ist die Netzadresse

eine Adresse ist die Broadcastadresse

Beispiel:

/26

Hostbits:

$32 - 26 = 6$

Gesamtadressen:

$2^6 = 64$

Nutzbare Hosts:

$$64 - 2 = 62$$

Merksatz:

Nutzbare Hosts = 2 hoch Hostbits minus 2.

Wichtige Präfixe auswendig können

Präfix	Maske	Gesamtadressen	nutzbare Hosts
/24	255.255.255.0	256	254
/25	255.255.255.128	128	126
/26	255.255.255.192	64	62
/27	255.255.255.224	32	30
/28	255.255.255.240	16	14
/29	255.255.255.248	8	6
/30	255.255.255.252	4	2

Merksatz:

Von /24 zu /25 halbiert sich die Adressanzahl.
Von /25 zu /24 verdoppelt sich die Adressanzahl.

Präfix größer oder kleiner

Wenn der Präfix größer wird:

mehr Netzbits

weniger Hostbits

kleinere Subnetze

weniger Hosts pro Subnetz

Beispiel:

/25 ist kleiner als /24

Wenn der Präfix kleiner wird:

weniger Netzbits

mehr Hostbits

größere Subnetze

mehr Hosts pro Subnetz

Beispiel:

/23 ist größer als /24

Merksatz:

Präfix größer:

Netz kleiner.

Präfix kleiner:

Netz größer.

Netzadresse

Die Netzadresse ist die erste Adresse eines Subnetzes.

Sie bezeichnet das Netz selbst.

Beispiel:

192.168.1.0/24

Netzadresse:

192.168.1.0

Merksatz:

Netzadresse = erste Adresse im Subnetz.

Broadcastadresse

Die Broadcastadresse ist die letzte Adresse eines IPv4-Subnetzes.

Sie dient dazu, alle Hosts im Subnetz zu erreichen.

Beispiel:

192.168.1.0/24

Broadcastadresse:

192.168.1.255

Merksatz:

Broadcastadresse = letzte Adresse im Subnetz.

Erste und letzte nutzbare Hostadresse

Erste nutzbare Adresse:

Netzadresse + 1

Letzte nutzbare Adresse:

Broadcastadresse - 1

Beispiel:

Netz:

192.168.1.0/24

Netzadresse:

192.168.1.0

erste nutzbare:

192.168.1.1

letzte nutzbare:

192.168.1.254

Broadcast:

192.168.1.255

Merksatz:

Erste nutzbare = Netzadresse + 1.

Letzte nutzbare = Broadcast - 1.

Blockgröße

Die Blockgröße zeigt, in welchen Schritten Subnetze beginnen.

Formel:

Blockgröße = 256 - interessanter Maskenwert

Beispiel:

/26

Subnetzmaske:

255.255.255.192

Interessanter Maskenwert:

192

Blockgröße:

$$256 - 192 = 64$$

Subnetzschritte:

0
64
128
192

Merksatz:

Blockgröße hilft,
Netzgrenzen schnell zu finden.

Interessanter Maskenwert

Der interessante Maskenwert ist das Oktett, in dem die Subnetzmaske nicht 255 und nicht 0 ist.

Beispiele:

Präfix	Maske	interessanter Wert
/25	255.255.255.128	128
/26	255.255.255.192	192
/27	255.255.255.224	224
/28	255.255.255.240	240
/29	255.255.255.248	248
/30	255.255.255.252	252

Merksatz:

Interessanter Wert ist dort,
wo die Subnetze springen.

Blockgrößen der häufigen Präfixe

Präfix	Maske	Blockgröße
/24	255.255.255.0	256
/25	255.255.255.128	128
/26	255.255.255.192	64
/27	255.255.255.224	32
/28	255.255.255.240	16
/29	255.255.255.248	8
/30	255.255.255.252	4

Merksatz:

Blockgröße und Gesamtadressen sind bei einfachen Subnetzen gleich groß.

Subnetzbereiche bei /25

Ausgangsnetz:

192.168.1.0/24

Aufteilung in /25:

Subnetz	Bereich	nutzbare Hosts	Broadcast
192.168.1.0/25	192.168.1.0 bis 192.168.1.127	192.168.1.1 bis 192.168.1.126	192.168.1.127
192.168.1.128/25	192.168.1.128 bis 192.168.1.255	192.168.1.129 bis 192.168.1.254	192.168.1.255

Merksatz:

/25 teilt ein /24 in zwei gleich große Netze.

Subnetzbereiche bei /26

Ausgangsnetz:

192.168.1.0/24

Aufteilung in /26:

Subnetz	Bereich	nutzbare Hosts	Broadcast
192.168.1.0/26	192.168.1.0 bis 192.168.1.63	192.168.1.1 bis 192.168.1.62	192.168.1.63
192.168.1.64/26	192.168.1.64 bis 192.168.1.127	192.168.1.65 bis 192.168.1.126	192.168.1.127
192.168.1.128/26	192.168.1.128 bis 192.168.1.191	192.168.1.129 bis 192.168.1.190	192.168.1.191
192.168.1.192/26	192.168.1.192 bis 192.168.1.255	192.168.1.193 bis 192.168.1.254	192.168.1.255

Merksatz:

/26 teilt ein /24 in vier Netze mit je 64 Adressen.

Subnetzbereiche bei /27

Ausgangsnetz:

192.168.1.0/24

Blockgröße:

32

Subnetze beginnen bei:

0
32
64
96
128
160
192
224

Beispiel:

192.168.1.96/27

Bereich:

192.168.1.96 bis 192.168.1.127

nutzbar:

192.168.1.97 bis 192.168.1.126

Broadcast:

192.168.1.127

Merksatz:

/27 springt in 32er-Schritten.

Subnetzbereiche bei /28

Ausgangsnetz:

192.168.1.0/24

Blockgröße:

16

Subnetze beginnen bei:

0
16
32
48

64
80
96
112
128
144
160
176
192
208
224
240

Beispiel:

192.168.1.80/28

Bereich:

192.168.1.80 bis 192.168.1.95

nutzbar:

192.168.1.81 bis 192.168.1.94

Broadcast:

192.168.1.95

Merksatz:

/28 springt in 16er-Schritten.

Subnetzaufgabe Schritt für Schritt

Beispiel:

192.168.1.70/26

Schritt 1:

Präfix:

/26

Schritt 2:

Hostbits:

$32 - 26 = 6$

Schritt 3:

Adressen:

$2^6 = 64$

Schritt 4:

nutzbare Hosts:

$64 - 2 = 62$

Schritt 5:

Blockgröße:

64

Schritt 6:

Subnetzbereiche:

0 bis 63

64 bis 127

128 bis 191

192 bis 255

Schritt 7:

70 liegt im Bereich 64 bis 127

Ergebnis:

Wert	Ergebnis
Netzadresse	192.168.1.64
erste nutzbare Adresse	192.168.1.65
letzte nutzbare Adresse	192.168.1.126
Broadcastadresse	192.168.1.127
nutzbare Hosts	62

Merksatz:

IP-Adresse liegt immer in genau einem Subnetzbereich.

Prüfungsaufgabe: 192.168.10.130/25

Gegeben:

192.168.10.130/25

Präfix:

/25

Hostbits:

$32 - 25 = 7$

Adressen:

$2^7 = 128$

Nutzbare Hosts:

126

Blockgröße:

128

Subnetzbereiche:

192.168.10.0 bis 192.168.10.127

192.168.10.128 bis 192.168.10.255

Die Adresse 192.168.10.130 liegt im zweiten Bereich.

Wert	Ergebnis
Netzadresse	192.168.10.128
erste nutzbare Adresse	192.168.10.129
letzte nutzbare Adresse	192.168.10.254
Broadcastadresse	192.168.10.255
nutzbare Hosts	126

Merksatz:

Bei /25 gibt es zwei Bereiche:

0 bis 127

und 128 bis 255.

Prüfungsaufgabe: 10.0.5.200/27

Gegeben:

10.0.5.200/27

Präfix:

/27

Hostbits:

$$32 - 27 = 5$$

Adressen:

$$2 \text{ hoch } 5 = 32$$

Nutzbare Hosts:

30

Blockgröße:

32

Subnetzbereiche im letzten Oktett:

0 bis 31
32 bis 63
64 bis 95
96 bis 127
128 bis 159
160 bis 191
192 bis 223
224 bis 255

Die Adresse 200 liegt im Bereich:

192 bis 223

Wert	Ergebnis
Netzadresse	10.0.5.192
erste nutzbare Adresse	10.0.5.193
letzte nutzbare Adresse	10.0.5.222
Broadcastadresse	10.0.5.223
nutzbare Hosts	30

Merksatz:

Bei /27 springt das letzte Oktett in 32er-Blöcken.

Prüfungsaufgabe: 172.16.8.14/28

Gegeben:

172.16.8.14/28

Präfix:

/28

Hostbits:

$32 - 28 = 4$

Adressen:

$2^4 = 16$

Nutzbare Hosts:

14

Blockgröße:

16

Subnetzbereiche im letzten Oktett:

0 bis 15
16 bis 31
32 bis 47
48 bis 63

Die Adresse 14 liegt im Bereich:

0 bis 15

Wert	Ergebnis
Netzadresse	172.16.8.0
erste nutzbare Adresse	172.16.8.1
letzte nutzbare Adresse	172.16.8.14
Broadcastadresse	172.16.8.15
nutzbare Hosts	14

Wichtig:

172.16.8.14 ist hier die letzte nutzbare Hostadresse,
nicht die Broadcastadresse.

Merksatz:

Broadcast ist bei /28 immer die letzte Adresse des 16er-Blocks.

Subnetzmaske aus Präfix ableiten

Präfix	Binär im letzten interessanten Oktett	Dezimal
/25	10000000	128
/26	11000000	192
/27	11100000	224
/28	11110000	240
/29	11111000	248
/30	11111100	252

Merksatz:

Einsen stehen für Netzbits.
Nullen stehen für Hostbits.

Binärwerte im Oktett

Bitwert	Dezimalwert
10000000	128
01000000	64
00100000	32
00010000	16
00001000	8
00000100	4
00000010	2
00000001	1

Merksatz:

Oktettwerte:

128,
64,
32,
16,
8,
4,
2,
1.

Subnetzmasken binär verstehen

Beispiel:

/26

Binär:

11111111.11111111.11111111.11000000

Dezimal:

255.255.255.192

Bedeutung:

26 Einsen für Netzbits

6 Nullen für Hostbits

Merksatz:

Subnetzmaske ist eine Folge von Einsen und danach Nullen.

Hosts oder Subnetze berechnen

Wenn gefragt wird:

Wie viele Hosts passen in ein Subnetz?

Dann:

Hostbits bestimmen.

Wenn gefragt wird:

Wie viele Subnetze entstehen?

Dann:

geliehene Netzbits bestimmen.

Beispiel:

/24 wird in /26 aufgeteilt.

Geliehene Bits:

$$26 - 24 = 2$$

Anzahl Subnetze:

$$2 \text{ hoch } 2 = 4$$

Merksatz:

Hostbits berechnen Hosts.

geliehene Netzbits berechnen Subnetze.

Subnetze aus einem Ausgangsnetz berechnen

Beispiel:

192.168.1.0/24 soll in /26-Netze geteilt werden.

Geliehene Bits:

$$26 - 24 = 2$$

Anzahl Subnetze:

$$2 \text{ hoch } 2 = 4$$

Adressen je Subnetz:

64

Subnetze:

192.168.1.0/26

192.168.1.64/26

192.168.1.128/26

192.168.1.192/26

Merksatz:

Neue Subnetze beginnen im Abstand der Blockgröße.

Benötigte Hostanzahl bestimmen

Wenn gefragt wird:

Welches kleinste Subnetz braucht man für 50 Hosts?

Dann prüfen:

Präfix	nutzbare Hosts
/27	30
/26	62
/25	126

Für 50 Hosts reicht:

/26

Warum?

/27 hat nur 30 nutzbare Hosts.

/26 hat 62 nutzbare Hosts.

Merksatz:

Immer das kleinste passende Subnetz wählen.

Beispiel: 100 Hosts benötigt

Gesucht:

kleinstes Subnetz für mindestens 100 Hosts

Prüfen:

Präfix	nutzbare Hosts
/26	62
/25	126

Präfix	nutzbare Hosts
/24	254

Ergebnis:

/25

Begründung:

/26 reicht nicht,
/25 reicht.

Merksatz:

Nicht zu klein,
nicht unnötig groß planen.

VLSM-Grundidee

VLSM steht für:

Variable Length Subnet Mask

Bedeutung:

unterschiedlich große Subnetze innerhalb eines größeren Netzes

Beispiel:

Servernetz braucht 50 Hosts

Büronetz braucht 100 Hosts

Punkt-zu-Punkt-Verbindung braucht 2 Hosts

Dann werden unterschiedlich große Präfixe verwendet.

Merksatz:

VLSM passt Subnetzgrößen an den Bedarf an.

VLSM-Grundregel

Bei VLSM plant man meist:

größte Netze zuerst

danach kleinere Netze

Warum?

Große Netze brauchen größere zusammenhängende Adressbereiche.

Merksatz:

VLSM:

erst große Netze,

dann kleine Netze.

CIDR-Grundidee

CIDR steht für:

Classless Inter-Domain Routing

Bedeutung:

klassenlose Schreibweise mit Präfix

Beispiel:

192.168.1.0/24

Vorteil:

flexible Netzgrößen

Merksatz:

CIDR ist die moderne Schreibweise mit Schrägstrich-Präfix.

Private IPv4-Bereiche

Bereich	CIDR
10.0.0.0 bis 10.255.255.255	10.0.0.0/8
172.16.0.0 bis 172.31.255.255	172.16.0.0/12
192.168.0.0 bis 192.168.255.255	192.168.0.0/16

Merksatz:

Private IPv4-Adressen werden im Internet nicht direkt geroutet.

Sonderfall /31 und /32

In klassischen Prüfungsaufgaben wird meist mit:

Netzadresse

und

Broadcastadresse

gerechnet.

Daher gilt dort oft:

$\text{nutzbare Hosts} = 2^{\text{Hostbits}} - 2$

Sonderfälle:

/31 kann bei Punkt-zu-Punkt-Verbindungen verwendet werden.

/32 beschreibt eine einzelne Hostadresse.

Merksatz:

Für Standard-IHK-Aufgaben meistens mit minus 2 rechnen,
außer die Aufgabe nennt ausdrücklich Sonderfälle.

Typische Prüfungsfallen

Präfix größer mit größerem Netz verwechseln.

Netzadresse als Hostadresse verwenden.

Broadcastadresse als Hostadresse verwenden.

Minus 2 bei nutzbaren Hosts vergessen.

Gateway außerhalb des Subnetzes eintragen.

Blockgröße falsch berechnen.

/25 und /26 verwechseln.

Subnetzmaske falsch zu Präfix zuordnen.

IP-Adresse liegt nicht im angenommenen Bereich.

erste und letzte nutzbare Adresse vertauschen.

VLSM nicht mit größtem Netz beginnen.

Merksatz:

Die meisten Subnetting-Fehler entstehen durch falsche Grenzen.

Prüfungsfalle: Gateway außerhalb des Subnetzes

Beispiel:

Client:

192.168.10.50/24

Gateway:

192.168.20.1

Problem:

Client-Netz:

192.168.10.0/24

Gateway-Netz:

192.168.20.0/24

Das Gateway ist nicht im gleichen lokalen Subnetz.

Merksatz:

Standardgateway muss für den Client lokal erreichbar sein.

Prüfungsfalle: Broadcast als Host verwenden

Beispiel:

Netz:

192.168.1.64/26

Bereich:

192.168.1.64 bis 192.168.1.127

Broadcast:

192.168.1.127

Nicht als Host verwenden:

192.168.1.127

Merksatz:

Broadcastadresse ist keine Hostadresse.

Prüfungsfalle: Netzadresse als Host verwenden

Beispiel:

Netz:

192.168.1.64/26

Netzadresse:

192.168.1.64

Nicht als Host verwenden:

192.168.1.64

Merksatz:

Netzadresse ist keine Hostadresse.

Schnelle Subnetting-Reihenfolge

Bei jeder Aufgabe:

1. Präfix lesen.

2. Hostbits berechnen.

3. Hostanzahl berechnen.

4. Blockgröße bestimmen.
5. Subnetzbereich finden.
6. Netzadresse bestimmen.
7. Broadcast bestimmen.
8. nutzbare Hosts bestimmen.

Merksatz:

Immer gleiche Reihenfolge,
weniger Fehler.

Typische IHK-Fragen

In AP1 und AP2 kann zum Beispiel gefragt werden:

- Wie viele nutzbare Hosts hat ein /26-Netz?
- Welche Subnetzmaske gehört zu /27?
- Welche Netzadresse gehört zu einer bestimmten IP mit Präfix?
- Welche Broadcastadresse gehört zu einem Subnetz?
- Welche erste und letzte nutzbare Adresse gibt es?
- Welches kleinste Subnetz reicht für eine bestimmte Hostanzahl?
- Liegen zwei IP-Adressen im gleichen Subnetz?
- Ist das Gateway korrekt konfiguriert?
- Wie viele Subnetze entstehen aus einer Aufteilung?
- Warum darf die Broadcastadresse nicht als Hostadresse genutzt werden?

IHK-sichere Kurzformulierung

Subnetting teilt ein IPv4-Netz in kleinere Teilnetze auf. Eine IPv4-Adresse besteht aus 32 Bit. Der Präfix gibt an, wie viele Bits zum Netzanteil gehören. Die restlichen Bits bilden den Hostanteil. Die Anzahl der nutzbaren Hosts berechnet sich in klassischen IPv4-Subnetzen mit 2^{Hostbits} minus 2, weil Netzadresse und Broadcastadresse nicht für Hosts verwendet werden. Die Netzadresse ist die erste Adresse eines Subnetzes, die Broadcastadresse die letzte Adresse. Die erste nutzbare Adresse ist Netzadresse plus 1, die letzte nutzbare Adresse ist Broadcastadresse

minus 1. Die Blockgröße hilft, Subnetzgrenzen schnell zu finden.

Merksätze

IPv4 hat 32 Bit.

Präfix = Netzbits.

Hostbits = 32 minus Präfix.

Mehr Netzbits bedeuten kleinere Netze.

Mehr Hostbits bedeuten mehr Hosts.

Nutzbare Hosts = 2^{Hostbits} minus 2.

Netzadresse = erste Adresse.

Broadcastadresse = letzte Adresse.

Erste nutzbare = Netzadresse + 1.

Letzte nutzbare = Broadcast - 1.

Blockgröße = 256 minus interessanter Maskenwert.

/24 hat 254 nutzbare Hosts.

/25 hat 126 nutzbare Hosts.

/26 hat 62 nutzbare Hosts.

/27 hat 30 nutzbare Hosts.

/28 hat 14 nutzbare Hosts.

/29 hat 6 nutzbare Hosts.

/30 hat 2 nutzbare Hosts.

Präfix größer heißt:

Netz kleiner.

Präfix kleiner heißt:

Netz größer.

Gateway muss im lokalen Subnetz liegen.

Netzadresse nicht als Host verwenden.

Broadcastadresse nicht als Host verwenden.

VLSM:

größte Netze zuerst.

CIDR ist die Schreibweise mit Präfix.

Subnetting immer in gleicher Reihenfolge lösen.
