
IPv4 Grundrechnung

IPv4-Adressen

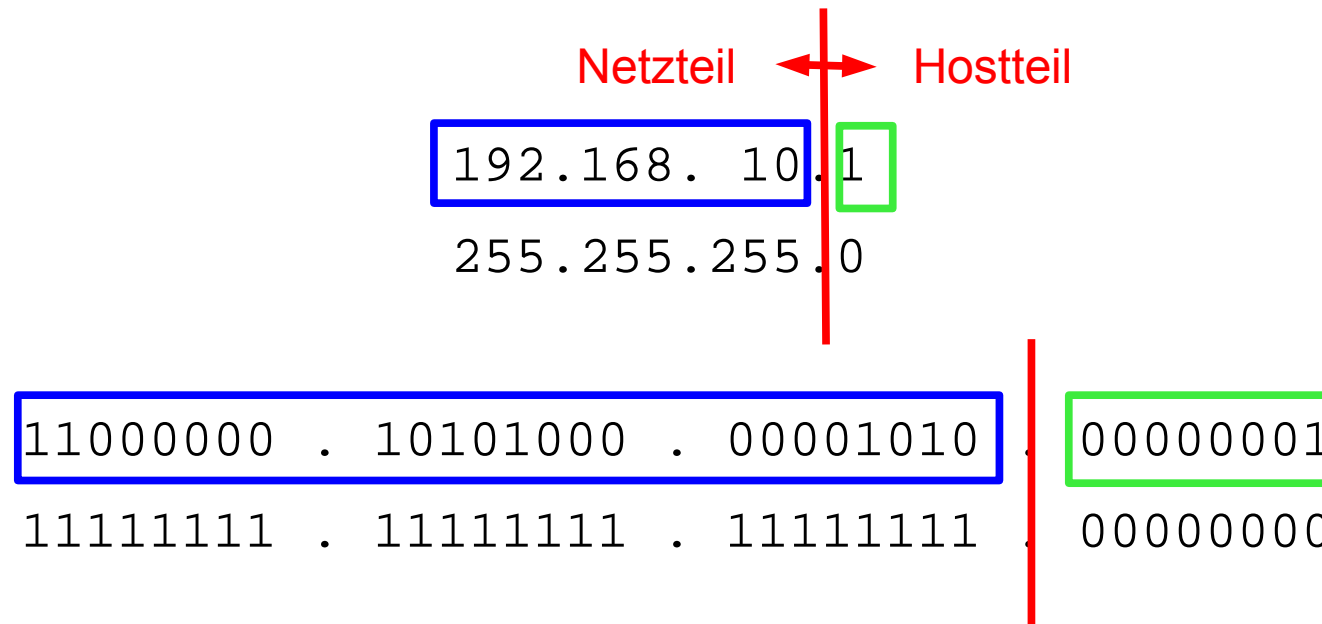
- 4 Oktette (Byte) = 32 Bit
- 'dotted-decimal' Darstellung:
192.168.10.1
- auch binär möglich:
11000000 . 10101000 . 00001010 . 00000001

Netzmaske (= Subnetzmaske)

- in Ergänzung zu IP-Adresse
- teilt Adresse in Netzteil und Hostteil
- Darstellung 'dotted-decimal' (alt)
255.255.255.252
- binär
11111111 . 11111111 . 11111111 . 11111100
- Darstellung CIDR (neu), Anzahl der '1'
/ 30
- immer linksbündige Folge von '1'

Netzmaske

Beispiel:



Anwendung der Netzmaske

- Beispiel: WvSS r305pc25: 10.16.105.25
- WvSS Netzmaske (derzeit): / 8 (255.0.0.0)
 - die ersten 8 Bit sind die Netzadresse: 10.0.0.0
- `ping halde (10.16.1.251)`
 - r305pc25 und halde sind im gleichen Netz 10.0.0.0
- `ping google.de (z.B. 173.194.112.223)`
 - google.de ist nicht im Netz 10.0.0.0 → Datenpakete an zuständigen Router (Gateway) senden

Adressklassen

- 'classful' vs. 'classless' (CIDR, VLSM)
- veraltet !
- classful: Netzmaske wird nicht angegeben sondern je nach Klasse unterstellt

Klasse	binär	Bereich	Netzmaske
A	0...	0.0.0.0 - 127.255.255.255	255.0.0.0 = / 8
B	10...	128.0.0.0 - 191.255.255.255	255.255.0.0 = /16
C	110...	192.0.0.0 - 223.255.255.255	255.255.255.0 = /24
D	1110...	224.0.0.0 - 239.255.255.255	Multicast
E	1111...	240.0.0.0 - 255.255.255.255	reserviert

Adresstypen

- Unicast-Adressen
 - an einen bestimmten Adressaten
- Multicast-Adressen
 - an eine Gruppe von Adressaten
 - Gruppenbildung: Abonnement durch Hosts
 - Daten werden auf Router und Switches kopiert
- Broadcast-Adressen
 - an 'Alle', problematisch!
 - Praxis: nur im lokalen (Sub-) Netz

Besondere Adressen

- Private Adressen:
 - Klasse A 10.X.X.X
 - Klasse B 172.16.X.X - 172.31.X.X
 - Klasse C 192.168.X.X
- weitere reservierte Bereiche, z.B.
 - 169.254.X.X Zeroconf (APIPA, Bonjour, ...)
 - 127.X.X.X Loopback (localhost)

Grundfrage

- Ist eine IP-Adresse in einem Netz enthalten?
- Beispiel:

1.) Ist die Adresse 192.168.13.77 im Netz
192.168.13.64/26 enthalten?

2.) Ist die Adresse 192.168.13.132 im Netz
192.168.13.64/26 enthalten?

Drei Lösungsmethoden

- Für Theoretiker: Die Lehrbuchmethode
- Für Praktiker: Die Inkrement-Methode
- Für Denkfaule: Die Software-Methode (ipcalc)

Die Lehrbuchmethode

- Idee: Gefragte IP-Adresse mit der Netzmaske bitweise UND verknüpfen und resultierende Netz-Adresse mit der gegebenen Netz-Adresse vergleichen
- entspricht realer Implementierung
- Schritte:
 - IP-Adresse und Netzmaske binär darstellen
 - bitweise UND Verknüpfung
 - gegebene Netz-Adresse binär darstellen
 - vergleichen

Die Lehrbuchmethode

192.168.13.77	11000000.10101000.00001101.01001101
/26	11111111.11111111.11111111.11000000
UND	11000000.10101000.00001101.01000000
192.168.13.64	11000000.10101000.00001101.01000000

192.168.13.132	11000000.10101000.00001101.10000100
/26	11111111.11111111.11111111.11000000
UND	11000000.10101000.00001101.10000000
192.168.13.64	11000000.10101000.00001101.01000000

Die Lehrbuchmethode

- Optimierung: nur relevantes Oktett betrachten
- /26 : 4. Oktett

192.168.13.77	192.168.13	.01001101
/26	255.255.255	.11000000
UND	192.168.13	.01000000
192.168.13.64	192.168.13	.01000000

Die Inkrement-Methode

- Inkrement = Größe des Netzes
- immer 2er-Potenz !
- Formel: $\text{Inkrement} = 2^{32 - \text{Anzahl der Netzbits}}$
- Anzahl der Netzbits aus Netzmaske
- zugehörige Netz-Adresse ist das nächstkleinere Vielfache des Inkrements

Die Inkrement-Methode

- $/26 \rightarrow \text{Inkrement} = 2^{32-26} = 2^6 = 64$
- Vielfache: 0, 64, 128, ...
- Nächstkleineres Vielfaches suchen:
192.168.13.77 \rightarrow 192.168.13.64 \rightarrow im Netz
192.168.13.132 \rightarrow 192.168.13.128 \rightarrow nicht im Netz

ipcalc

- Kommandozeile oder Web
- auf WvSS-PCs bereits installiert
- Lösung: `ipcalc 192.168.13.132/26`

```
Address:   192.168.13.132           11000000.10101000.00001101.10 000100
Netmask:   255.255.255.192 = 26     11111111.11111111.11111111.11 000000
Wildcard:  0.0.0.63                 00000000.00000000.00000000.00 111111
=>
Network:   192.168.13.128/26        11000000.10101000.00001101.10 000000
Broadcast: 192.168.13.191           11000000.10101000.00001101.10 111111
HostMin:   192.168.13.129           11000000.10101000.00001101.10 000001
HostMax:   192.168.13.190           11000000.10101000.00001101.10 111110
Hosts/Net: 62
```


Variationen des gleichen Themas

Beispiele:

- Host-, Netzwerk- oder Broadcast-Adresse?
- Wie viele Hosts kann ein Netz haben
- Adressbereich eines Netzes auflisten
- Sind die gegebenen Adressen im gleichen Netz?
- Netzplanung

Host-, Netz- oder Broadcastadresse?

- Netzwerk-Adresse: Hostteil alle Bits '0'
 - immer gerade
- Broadcast-Adresse: Hostteil alle Bits '1'
 - immer ungerade
- Rest: Host-Adressen

Host-, Netz- oder Broadcastadresse?

Beispiel: 172.18.13.131 / 30

Lösung binär: (letztes Oktett relevant)

IP-Adresse 131 = 1000 0011

Netzmaske /30 = 1111 1100

→ alle Bits '1': Broadcast-Adresse

Lösung Inkrement-Methode: Inkrement /30 → 4

Netz-Adressen in 4er Schritten:

- ...124, 128, 132, ...
- 131 = letzte Adresse vor nächster Netz-Adresse
→ Broadcast-Adresse

Anzahl der möglichen Hosts

- Anzahl ergibt sich (nur) aus der Netzmaske
- Inkrement = Netzgröße
- 2 reservierte Adressen:
 - Netz-Adresse: Hostbits '0', kleinste Adresse im Netz
 - Broadcast-Adresse: Hostbits '1', größte Adresse
- Formel: Anzahl Hosts = $2^{32 - \text{Anzahl Netzbits}} - 2$
- oft eine Host-Adresse für Gateway erforderlich!
- Beispiel /26: $2^{32-26} - 2 = 2^6 - 2 = 64 - 2 = 62$

Adressbereich eines Netzes

- gesucht: kleinste und größte Host-Adresse (Host-Range) sowie Broadcast-Adresse
- Beispiel: 172.18.13.32 / 28
- kleinste Host-Adresse = Netz-Adresse + 1
- Inkrement 16 → nächste Netz-Adresse 48
- Broadcast-Adresse = nächste Netz-Adresse - 1
- größte Host-Adresse = Broadcast-Adresse - 1
- Ergebnis: Host-Range 172.18.13.33 bis 172.18.13.46, Broadcast 172.18.13.47

Im gleichen Netz ?

- gegeben: mehrere (Host-) IP-Adressen mit einheitlicher Netzmaske
- Frage: Welche Hosts können direkt kommunizieren ?
- Lösung: Inkrement aus Netzmaske berechnen und Host-Adressen in Raster einsortieren
- Beispiel: 10.33.44.11 / 27, 10.33.44.22 / 27,
10.33.44.33 / 27, 10.33.44.44 / 27,
10.33.44.55 / 27, 10.33.44.66 / 27

Im gleichen Netz ?

- Lösung: Inkrement = 32

- Raster (Netze):

0 - 31 10.33.44.11, 10.33.44.22

32 - 63 10.33.44.33, 10.33.44.44, 10.33.44.55

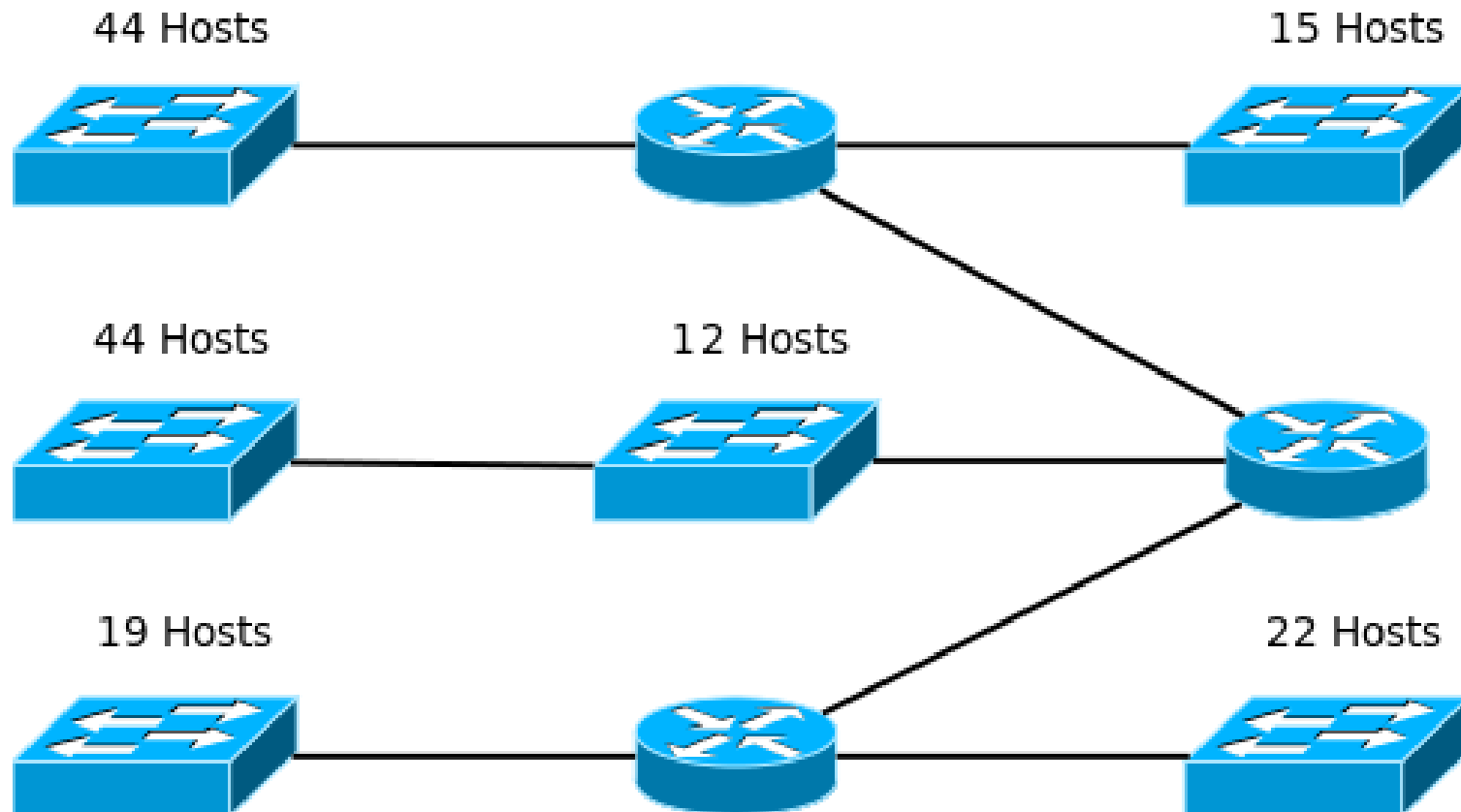
64 - 95 10.33.44.66

VLSM-Netzplanung ('Subnetting')

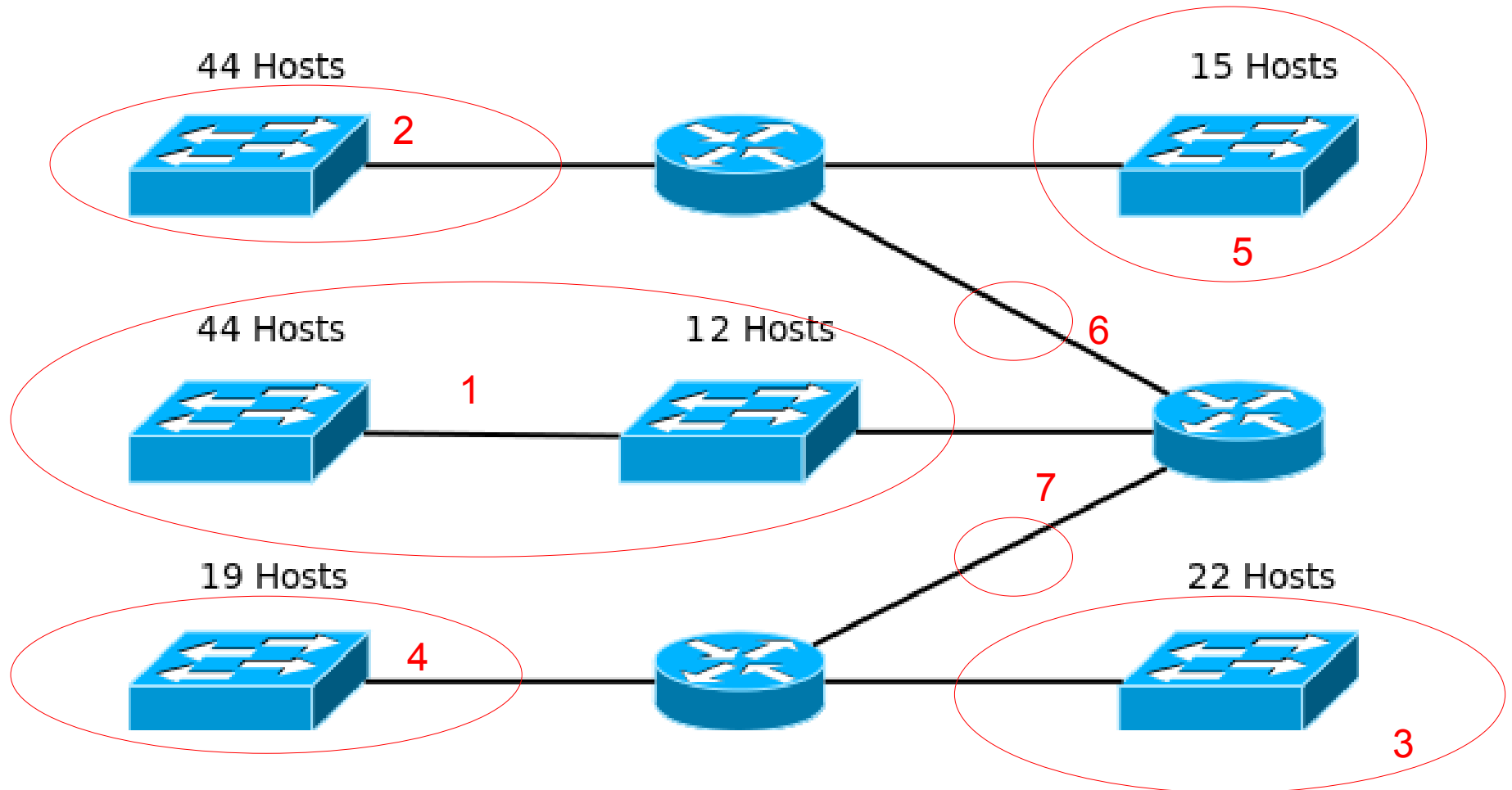
- VLSM: Variable Length Subnet Mask
 - Subnetze nur so groß wie notwendig
 - Subnetze haben unterschiedliche Netzmasken
 - Sinn: minimale Adressverschwendung
- Netzgröße immer 2er-Potenz !
- (Sub-) Netz kann nur an einem Vielfachen seines Inkrements anfangen !
 - große Netze zuerst vergeben
- Ergebnis: Tabelle, Spalten: Netzname, Netz-Adresse mit Maske, Host-Range, Broadcast

VLSM-Netzplanung

Adressraum: 192.168.1.0/16



VLSM-Netzplanung



VLSM-Netzplanung

- 7 Subnetze, der Größe nach durchnummeriert
- Größen (inkl. Router und 2 reservierten Adressen!) auf 2er-Potenz aufrunden = Inkrement
- erforderliche Netzmaske jeweils aus Inkrement bestimmen

1	44 + 12 Hosts, 1 Router = 57	$57 + 2 = 59$	aufrunden:	64	/26
2	44 Hosts, 1 Router = 45	$45 + 2 = 47$	aufrunden:	64	/26
3	22 Hosts, 1 Router = 23	$22 + 2 = 24$	aufrunden:	32	/27
4	19 Hosts, 1 Router = 20	$20 + 2 = 22$	aufrunden:	32	/27
5	15 Hosts, 1 Router = 16	$16 + 2 = 18$	aufrunden:	32	/27
6	2 Router	$2 + 2 = 4$	aufrunden:	4	/30
7	2 Router	$2 + 2 = 4$	aufrunden:	4	/30

VLSM-Netzplanung

- Adressen aus gegebenem Bereich (192.168.1.0/16) gemäß Inkrement auffüllen

Netz		Netz-Adresse	Host-Range	Broadcast
1	64	192.168.1.0/26	192.168.1.1 - 192.168.1.62	192.168.1.63
2	64	192.168.1.64/26	192.168.1.65 - 192.168.1.126	192.168.1.127
3	32	192.168.1.128/27	192.168.1.129 - 192.168.1.158	192.168.1.159
4	32	192.168.1.160/27	192.168.1.161 - 192.168.1.190	192.168.1.191
5	32	192.168.1.192/27	192.168.1.193 - 192.168.1.222	192.168.1.223
6	4	192.168.1.224/30	192.168.1.225 - 192.168.1.226	192.168.1.227
7	4	192.168.1.228/30	192.168.1.229 - 192.168.1.230	192.168.1.231

```
ipcalc 192.168.1.0/16 -s 47 45 23 20 16 2 2
```