

# Subnetting

NETZWERKTECHNIK / SEMESTER 1 UND 2

1

## AGENDA

- 01 STRUKTUR DER IPV4 ADRESSE
- 02 IPV4 UNICAST, BROADCAST, AND MULTICAST
- 03 IPV4 ADRESSTYPEN
- 04 NETZWERKSEGMENTIERUNG
- 05 SUBNETZE FÜR EIN IPV4 NETZWERK

tgm

2

## 01

# Struktur der IPv4 Adresse

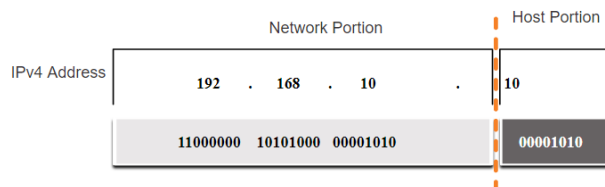
Copyright 2025 / Berndt Sevik 3

3

NETZWERKTECHNIK / SEMESTER 3

## Netzwerk –und Hostanteil

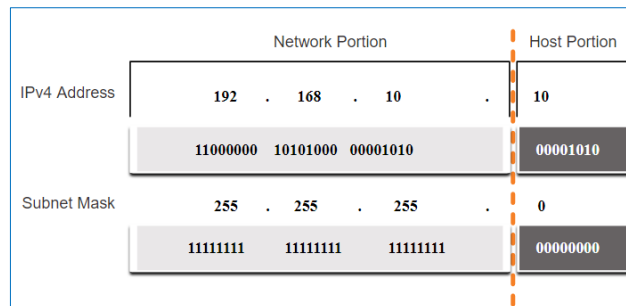
- Eine IPv4-Adresse ist eine hierarchische 32-Bit-Adresse, die aus einem Netzwerkteil und einem Hostteil besteht.
- Bei der Bestimmung des Netzwerkanteils im Vergleich zum Hostteil muss man den 32-Bit-Stream berücksichtigen.
- Eine Subnetzmaske wird verwendet, um die Netzwerk- und Hostteile zu bestimmen.



4

## Die Subnetz Maske

- Um die Netzwerk- und Hostteile einer IPv4-Adresse zu identifizieren, wird die Subnetzmaske Bit für Bit von links nach rechts mit der IPv4-Adresse verglichen.
- Der eigentliche Prozess, der zur Identifizierung der Netzwerk- und Hostteile verwendet wird, wird als ANDing bezeichnet.



5

## Prefix

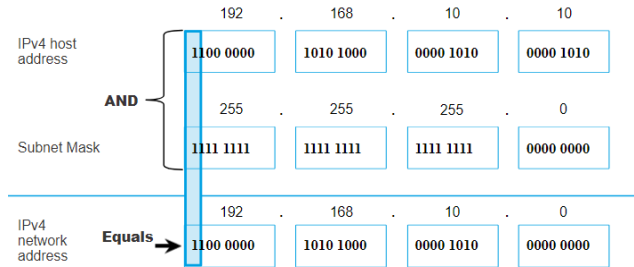
- Eine Präfixlänge ist eine weniger umständliche Methode, die zum Identifizieren einer Subnetzmaskenadresse verwendet wird.
- Die Präfixlänge ist die Anzahl der Bits, die in der Subnetzmaske auf 1 festgelegt sind.
- Es ist in "Slash-Notation" geschrieben - zählen Sie daher die Anzahl der Bits in der Subnetzmaske und stellen Sie ihr einen Schrägstrich voran.

Subnet Mask	32-bit Address	Prefix Length
255.0.0.0	11111111.00000000.00000000.00000000	/8
255.255.0.0	11111111.11111111.00000000.00000000	/16
255.255.255.0	11111111.11111111.11111111.00000000	/24
255.255.255.128	11111111.11111111.11111111.10000000	/25
255.255.255.192	11111111.11111111.11111111.11000000	/26
255.255.255.224	11111111.11111111.11111111.11100000	/27
255.255.255.240	11111111.11111111.11111111.11110000	/28
255.255.255.248	11111111.11111111.11111111.11111000	/29
255.255.255.252	11111111.11111111.11111111.11111100	/30

6

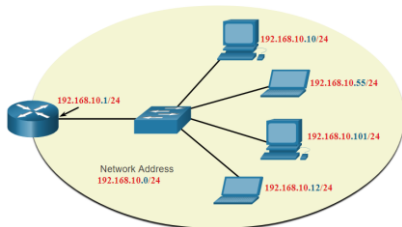
# Identifizieren vom Netzwerk – Logisches UND

- Eine logische AND Operation wird verwendet, um die Netzwerkadresse zu bestimmen.
- Logisches AND ist der Vergleich zweier Bits, bei denen nur eine 1 AND 1 eine 1 ergibt und jede andere Kombination eine 0.
- 1 AND 1 = 1, 0 AND 1 = 0, 1 AND 0 = 0, 0 AND 0 = 0
- 1 = Wahr und 0 = Falsch
- Um die Netzwerkadresse zu identifizieren, wird die Host IPv4-Adresse, Bit für Bit, mittels AND mit der Subnetzmaske verknüpft



# Netzwerk, Host und Broadcast Adressen

- Innerhalb jedes Netzwerks gibt es drei Arten von IP-Adressen:
- Netzwerkadresse
- Host-Adressen
- Broadcast Adresse



	Netzwerk Anteil	Host Anteil	Host Bits
Subnet mask 255.255.255.0 or /24	255 255 255 11111111 11111111 11111111	0 00000000	
Network address 192.168.10.0 or /24	192 168 10 11000000 10100000 00001010	0 00000000	Alle 0
First address 192.168.10.1 or /24	192 168 10 11000000 10100000 00001010	1 00000001	Alle 0 und eine 1
Last address 192.168.10.254 or /24	192 168 10 11000000 10100000 00001010	254 11111110	Alle 1 und eine 0
Broadcast address 192.168.10.255 or /24	192 168 10 11000000 10100000 00001010	255 11111111	Alle 1

## 02

# IPv4 Unicast, Broadcast, and Multicast

Copyright 2025 / Berndt Sevik

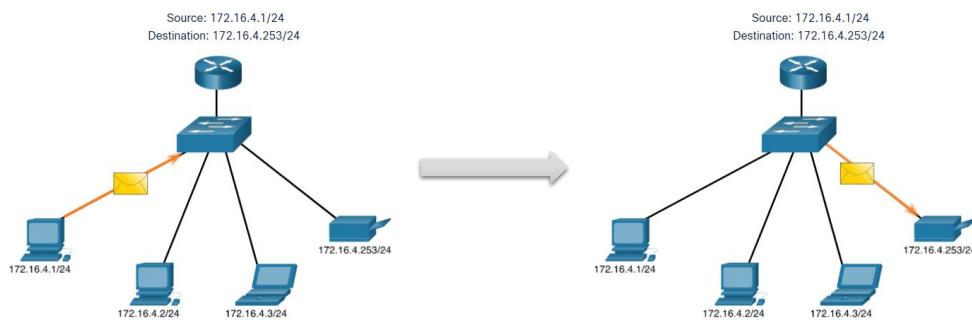
9

9

NETZWERKTECHNIK / SEMESTER 3

## Unicast

- Bei der Unicast-Übertragung wird ein Paket an eine Ziel-IP-Adresse gesendet.
- Beispiel: Der PC unter 172.16.4.1 sendet ein Unicast-Paket an den Drucker unter 172.16.4.253.



tgm [Quelle: Introduction to Networks v7.0 (ITN), Cisco Systems]

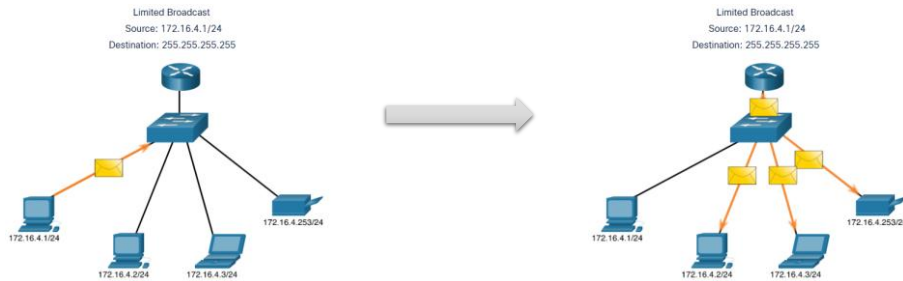
tgm | Technologisches Gewerbemuseum | Höhere technische Bundes-Lehr- und Versuchsanstalt

10

10

## Broadcast

- Bei der Broadcast-Übertragung wird ein Paket an alle anderen Ziel-IP-Adressen gesendet.
- Beispiel: Der PC unter 172.16.4.1 sendet ein Broadcast-Paket an alle IPv4-Hosts.
- Unter anderem nutzen Router in einem lokalen Netzwerk die Broadcast-IP, um HELLO-Pakete an alle Endgeräte, Switches und andere Router zu versenden und so die Wechselbeziehungen im Netz aufrechtzuerhalten und benachbarte Geräte zu entdecken.



tgm [Quelle: Introduction to Networks v7.0 (ITN), Cisco Systems]

tgm | Technologisches Gewerbemuseum | Höhere technische Bundes-Lehr- und Versuchsanstalt

11

11

## Multicast

- Bei der Multicast-Übertragung wird ein Paket an eine Multicast-Adressgruppe gesendet.
- Beispiel: Der PC unter 172.16.4.1 sendet ein Multicast-Paket an die Multicast-Gruppenadresse 224.10.10.5.
- Multicasting setzt auf dem gesamten Übertragungsweg eine Multicast-fähige Infrastruktur voraus.
- Einsatzgebiete: Videokonferenzen, Streaming, Liveübertragung, Gaming



tgm [Quelle: Introduction to Networks v7.0 (ITN), Cisco Systems]

tgm | Technologisches Gewerbemuseum | Höhere technische Bundes-Lehr- und Versuchsanstalt

12

12

## 03

## IPv4 Adresstypen

Copyright 2025 / Berndt Sevik

13

13

NETZWERKTECHNIK / SEMESTER 3

## Öffentliche und Private IPv4 Adressen

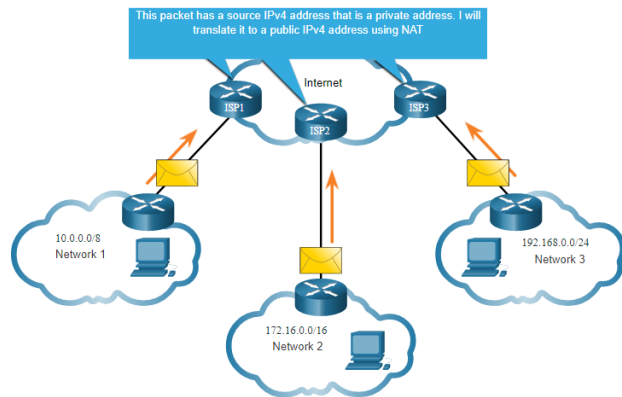
- Wie in RFC 1918 definiert, werden öffentliche IPv4-Adressen global zwischen Routern von Internetdiensteanbietern (ISP) geroutet.
- Private Adressen sind gängige Adressblöcke, die von den meisten Organisationen verwendet werden, um internen Hosts IPv4-Adressen zuzuweisen.
- Private IPv4-Adressen sind nicht eindeutig und können intern in jedem Netzwerk verwendet werden.
- Private Adressen sind jedoch nicht global routingfähig.

Netzwerk-adresse und Prefix	RFC 1918 Privater Adressbereich
10.0.0.0/8	10.0.0.0 - 10.255.255.255
172.16.0.0/12	172.16.0.0 - 172.31.255.255
192.168.0.0/16	192.168.0.0 - 192.168.255.255

14

## Routing in das Internet

- Network Address Translation (NAT) übersetzt private IPv4-Adressen in öffentliche IPv4-Adressen.
- NAT ist in der Regel auf dem Edge-Router aktiviert, der eine Verbindung mit dem Internet herstellt.
- Es übersetzt die interne private Adresse in eine öffentliche globale IP-Adresse.



15

## Spezielle IPv4 Adressen

### Loopback-Adressen

- 127.0.0.0 /8 (127.0.0.1 bis 127.255.255.254)
- Häufig nur als 127.0.0.1 gekennzeichnet
- Wird auf einem Host verwendet, um zu testen, ob TCP/IP betriebsbereit ist.

```
C:\Users\NetAcad> ping 127.0.0.1
Pinging 127.0.0.1 with 32 bytes of data:
Reply from 127.0.0.1: bytes=32 time<1ms TTL=128
Reply from 127.0.0.1: bytes=32 time<1ms TTL=128
```

### Link-Local-Adressen

- 169.254.0.0 /16 (169.254.0.1 bis 169.254.255.254)
- Allgemein bekannt als APIPA-Adressen (Automatic Private IP Addressing) oder selbst zugewiesene Adressen.
- Wird von Windows-DHCP-Clients verwendet, um sich selbst zu konfigurieren, wenn keine DHCP-Server verfügbar sind.

16

## Legacy Classful Addressing

RFC 790 (1981) ordnete IPv4-Adressen in Klassen zu

Klasse A (0.0.0.0/8 bis 127.0.0.0/8)

Klasse B (128.0.0.0/16 – 191.255.0.0/16)

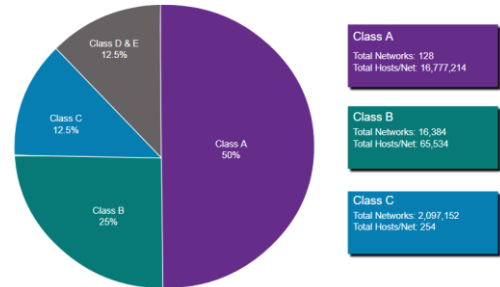
Klasse C (192.0.0.0/24 – 223.255.255.0/24)

Klasse D (224.0.0.0 bis 239.0.0.0)

Klasse E (240.0.0.0 – 255.0.0.0)

Classful Addressing hat viele IPv4-Adressen verschwendet.

Die Adresszuweisung basierend auf Klassen wurde durch eine klassenlose Adressierung ersetzt, die die Regeln der Klassen (A, B, C) ignoriert.



17

## Zuweisung von IP Adressen

- Die Internet Assigned Numbers Authority (IANA) verwaltet und weist Blöcke von IPv4- und IPv6-Adressen fünf regionalen Internetregistern (RIRs) zu.
- RIRs sind für die Zuweisung von IP-Adressen an ISPs verantwortlich, die IPv4-Adressblöcke für kleinere ISPs und Organisationen bereitstellen.



18

## 04

# Netzwerk- segmentierung

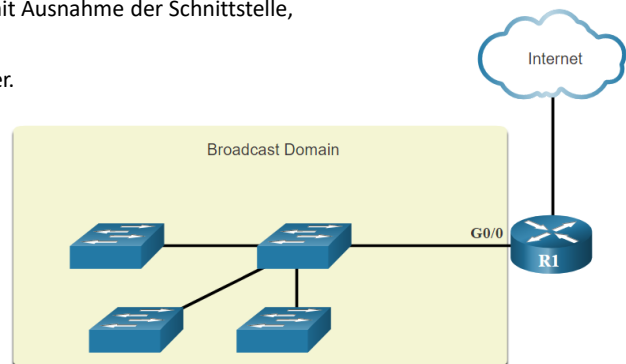
Copyright 2025 / Berndt Sevik 19

19

NETZWERKTECHNIK / SEMESTER 3

## Broadcast Domain und Segmentierung

- Viele Protokolle verwenden Broadcasts oder Multicasts (z. B. ARP Broadcasts, um andere Geräte zu lokalisieren, Hosts senden DHCP-Discover-Broadcasts, um einen DHCP-Server zu lokalisieren).
- Switches senden Broadcasts auf allen Schnittstellen mit Ausnahme der Schnittstelle, auf der sie empfangen wurde.
- Das einzige Gerät, das Broadcasts stoppt, ist ein Router.
- Router geben keine Broadcasts weiter.
- Jede Router-Schnittstelle stellt eine Verbindung zu einer Broadcast-Domäne her, und Broadcasts werden nur innerhalb dieser spezifischen Broadcast-Domäne weitergegeben.



tgm [Quelle: Introduction to Networks v7.0 (ITN), Cisco Systems]

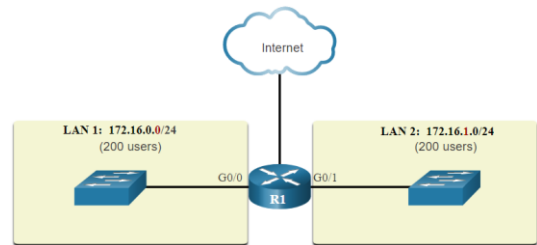
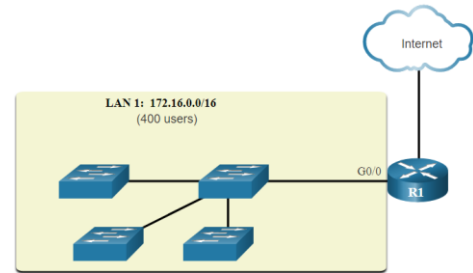
tgm | Technologisches Gewerbemuseum | Höhere technische Bundes-Lehr- und Versuchsanstalt

20

20

## Probleme mit großen Broadcast Domains

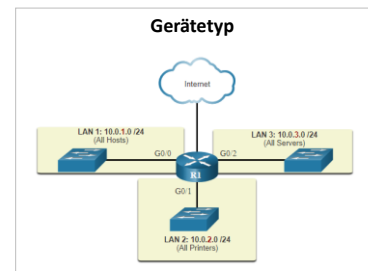
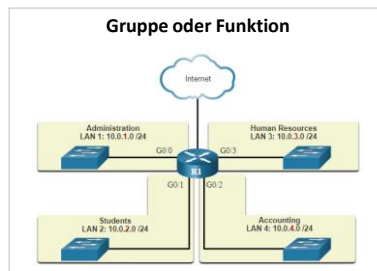
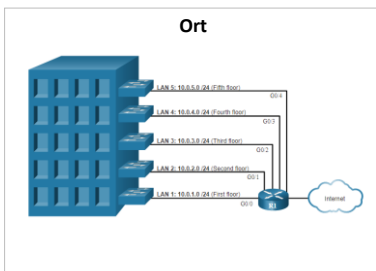
- Ein Problem bei einer großen Broadcast-Domäne besteht darin, dass dessen Hosts übermäßig viele Broadcasts generieren, die sich negativ auf das Netzwerk auswirken können.
- Die Lösung besteht darin, die Größe des Netzwerks zu reduzieren, um kleinere Broadcastdomänen in einem Prozess zu erstellen, der als Subnetting bezeichnet wird.
- Unterteilen der Netzwerkadresse 172.16.0.0 /16 in zwei Subnetze mit jeweils 200 Benutzern: 172.16.0.0 /24 und 172.16.1.0 /24.
- Broadcasts werden nur innerhalb der kleineren Broadcast-Domänen weitergegeben.



21

## Gründe für die Netzwerksegmentierung

- Subnetting reduziert den gesamten Netzwerkverkehr und verbessert die Netzwerkleistung.
- Es kann verwendet werden, um Sicherheitsrichtlinien zwischen Subnetzen zu implementieren.
- Durch Subnetting wird die Anzahl der Geräte reduziert, die von abnormalem Broadcast-Datenverkehr betroffen sind.
- Subnetze werden aus einer Vielzahl von Gründen verwendet, z. B. durch:



22

## 05

# Subnetz für ein IPv4 Netzwerk

Copyright 2025 / Berndt Sevik 23

23

NETZWERKTECHNIK / SEMESTER 3

## Subnetz an einer Oktett-Grenze

- Netzwerke lassen sich am einfachsten an der Oktettgrenze von /8, /16 und /24 segmentieren.
- Die Verwendung längerer Präfixlängen verringert die Anzahl der Hosts pro Subnetz

Prefix Länge	Subnetzmaske	Subnetzmaske Binär (n = network, h = host)	# Hosts
/8	255.0.0.0	nnnnnnnn.hhhhhhhh.hhhhhhhh.hhhhhhhh 11111111.00000000.00000000.00000000	16,777,214
/16	255.255.0.0	nnnnnnnn.nnnnnnnn.hhhhhhhh.hhhhhhhh 11111111.11111111.00000000.00000000	65,534
/24	255.255.255.0	nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnnnnnn.hhhhhhhh 11111111.11111111.11111111.00000000	254

24

## Subnetz an einer Oktett-Grenze

- In der ersten Tabelle wird 10.0.0.0/8 mit /16 und in der zweiten Tabelle mit einer /24-Maske weiter unterteilt.

Subnetzadresse (256 mögliche Subnetze)	Host Range (65,534 mögliche Hosts pro Subnetz)	Broadcast
10.0.0.0/16	10.0.0.1 - 10.0.255.254	10.0.255.255
10.1.0.0/16	10.1.0.1 - 10.1.255.254	10.1.255.255
10.2.0.0/16	10.2.0.1 - 10.2.255.254	10.2.255.255
10.3.0.0/16	10.3.0.1 - 10.3.255.254	10.3.255.255
10.4.0.0/16	10.4.0.1 - 10.4.255.254	10.4.255.255
10.5.0.0/16	10.5.0.1 - 10.5.255.254	10.5.255.255
10.6.0.0/16	10.6.0.1 - 10.6.255.254	10.6.255.255
10.7.0.0/16	10.7.0.1 - 10.7.255.254	10.7.255.255
...	...	...
10.255.0.0/16	10.255.0.1 - 10.255.255.254	10.255.255.255

Subnetzadresse (65,536 mögliche Subnetze)	Host Range (254 mögliche Hosts pro Subnetz)	Broadcast
10.0.0.0/24	10.0.0.1 - 10.0.0.254	10.0.0.255
10.0.1.0/24	10.0.1.1 - 10.0.1.254	10.0.1.255
10.0.2.0/24	10.0.2.1 - 10.0.2.254	10.0.2.255
...	...	...
10.0.255.0/24	10.0.255.1 - 10.0.255.254	10.0.255.255
10.1.0.0/24	10.1.0.1 - 10.1.0.254	10.1.0.255
10.1.1.0/24	10.1.1.1 - 10.1.1.254	10.1.1.255
10.1.2.0/24	10.1.2.1 - 10.1.2.254	10.1.2.255
...	...	...
10.100.0.0/24	10.100.0.1 - 10.100.0.254	10.100.0.255
...	...	...
10.255.255.0/24	10.255.255.1 - 10.255.255.254	10.255.255.255

tgm | [Quelle: Introduction to Networks v7.0 (ITN), Cisco Systems]

## Subnetz an einer Oktett-Grenze

- In der Tabelle werden sechs Möglichkeiten zum Subnetting eines /24-Netzwerks dargestellt.

Prefix Länge	Subnetzmaske	Subnetzmaske Binär (n = network, h = host)	# Subnetze	# Hosts
/25	255.255.255.128	nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnnnnnn.nh h h h h h h 11111111.11111111.11111111.10000000	2	126
/26	255.255.255.192	nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnh h h h h h 11111111.11111111.11111111.11000000	4	62
/27	255.255.255.224	nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnn h h h h h 11111111.11111111.11111111.11100000	8	30
/28	255.255.255.240	nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnn h h h h 11111111.11111111.11111111.11110000	16	14
/29	255.255.255.248	nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnnn h h h 11111111.11111111.11111111.11111000	32	6
/30	255.255.255.252	nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnnnn h h 11111111.11111111.11111111.11111100	64	2

tgm | [Quelle: Introduction to Networks v7.0 (ITN), Cisco Systems]

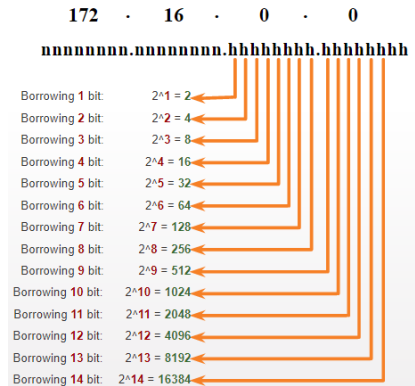
## Subnetz mit /16 Prefix

- In der Tabelle sind alle möglichen Szenarien für das Subnetz eines /16-Präfixes aufgeführt.

Prefix Länge	Subnetzmaske	Netzwerkadresse (n = network, h = host)	# Subnetze	# Hosts
/17	255.255.128.0	nnnnnnnn.nnnnnnnn.nhhhhhhh.hhhhhhhh 11111111.11111111.10000000.00000000	2	32766
/18	255.255.192.0	nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnhhhhhh.hhhhhhhh 11111111.11111111.11000000.00000000	4	16382
/19	255.255.224.0	nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnhhhhh.hhhhhhhh 11111111.11111111.11100000.00000000	8	8190
/20	255.255.240.0	nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnnhhhh.hhhhhhhh 11111111.11111111.11110000.00000000	16	4094
/21	255.255.248.0	nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnnhhh.hhhhhhhh 11111111.11111111.11111000.00000000	32	2046
/22	255.255.252.0	nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnnnhh.hhhhhhhh 11111111.11111111.11111100.00000000	64	1022
/23	255.255.254.0	nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnnnnh.hhhhhhhh 11111111.11111111.11111110.00000000	128	510
/24	255.255.255.0	nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnnnnn.hhhhhhhh 11111111.11111111.11111111.00000000	256	254
/25	255.255.255.128	nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnnnnn.nhhhhhhh 11111111.11111111.11111111.10000000	512	126
/26	255.255.255.192	nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnnnnn.nnhhhhhh 11111111.11111111.11111111.11000000	1024	62
/27	255.255.255.224	nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnnnnn.nnnhhhhh 11111111.11111111.11111111.11100000	2048	30
/28	255.255.255.240	nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnnnnn.nnnnhhhh 11111111.11111111.11111111.11110000	4096	14
/29	255.255.255.248	nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnnnnn.nnnnnhhh 11111111.11111111.11111111.11111000	8192	6
/30	255.255.255.252	nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnnnnn.nnnnnnhh 11111111.11111111.11111111.11111100	16384	2

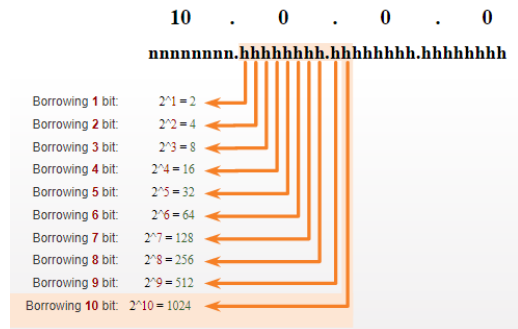
## Erzeuge 100 Subnetze mit einem /16 Präfix

- Stellen Sie sich ein großes Unternehmen vor, das mindestens 100 Subnetze benötigt und die private Adresse 172.16.0.0/16 als interne Netzwerkadresse ausgewählt hat.
- Die Abbildung zeigt die Anzahl der Subnetze, die durch Ausleihen von Bits aus dem dritten und vierten Oktett erstellt werden können.
- Bis zu 14 Host-Bits können ausgeliehen werden können (die letzten beiden Bits können nicht ausgeliehen werden).
- Um die Anforderung von 100 Subnetzen für das Unternehmen zu erfüllen, müssten 7 Bit (d.h.  $2^7 = 128$  Subnetze) ausgeliehen werden.



## Erzeuge 1000 Subnetze mit einem /18 Präfix

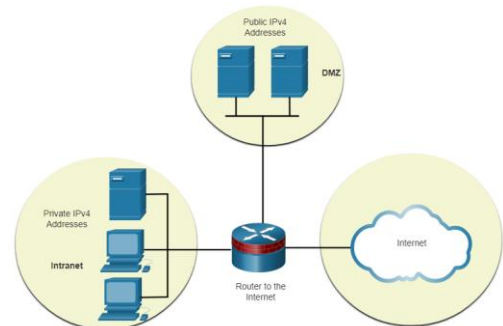
- Stellen Sie sich einen kleinen ISP vor, der 1000 Subnetze für seine Clients mit der Netzwerkadresse 10.0.0.0/8 benötigt, was bedeutet, dass 8 Bits im Netzwerkteil und 24 Hostbits zum ausleihen für das Subnetting verfügbar sind.
- Die Abbildung zeigt die Anzahl der Subnetze, die erstellt werden können, wenn Bits aus dem zweiten und dritten Oktett ausgeliehen werden.
- Bis zu 22 Host-Bits ausgeliehen werden können (die letzten beiden Bits können nicht ausgeliehen werden).
- Um die Anforderung von 1000 Subnetzen für das Unternehmen zu erfüllen, müssten 10 Bit (d.h.  $2^{10} = 1024$  Subnetze) ausgeliehen werden.



## Subnetting Privater vs. Öffentlicher Netze

Unternehmensnetzwerke verfügen über Folgendes:

- Intranet - Das interne Netzwerk eines Unternehmens, das in der Regel private IPv4-Adressen verwendet.
- DMZ – Unternehmensserver die aus dem Internet erreichbar sind. Geräte in der DMZ verwenden öffentliche IPv4-Adressen.
- Ein Unternehmen kann das Netzwerk 10.0.0.0/8 verwenden und die Subnetze an der Netzwerkgrenze /16 oder /24 erzeugen.



## Minimiere nicht verwendete Hostadressen und erhöhe die Subnetzzahl

Bei der Planung von Subnetzen gibt es zwei Überlegungen:

- Die Anzahl der Hostadressen, die für jedes Netzwerk erforderlich sind
- Die Anzahl der benötigten einzelnen Subnetze

Prefix Länge	Subnetzmaske	Subnetzmaske Binär (n = network, h = host)	# Subnetze	# Hosts
/25	255.255.255.128	nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnnnnnn.nhhhhhhh 11111111.11111111.11111111.10000000	2	126
/26	255.255.255.192	nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnnnnnn.nhhhhhhh 11111111.11111111.11111111.11000000	4	62
/27	255.255.255.224	nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnnnnnn.nhhhhhhh 11111111.11111111.11111111.11100000	8	30
/28	255.255.255.240	nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnnnnnn.nhhhhhhh 11111111.11111111.11111111.11110000	16	14
/29	255.255.255.248	nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnhhhhh 11111111.11111111.11111111.11111000	32	6
/30	255.255.255.252	nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnnnnnn.nnnnnhhh 11111111.11111111.11111111.11111100	64	2

tgm

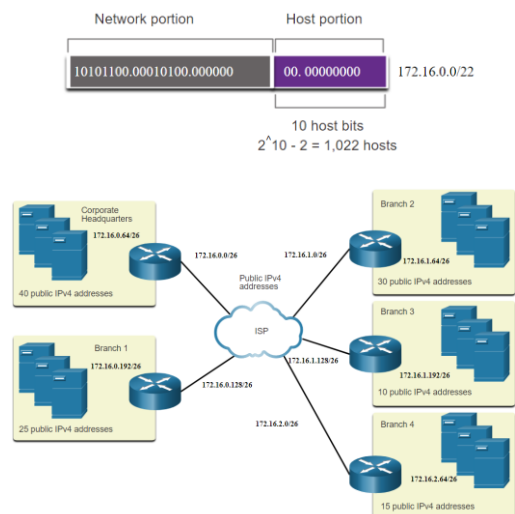
[Quelle: Introduction to Networks v7.0 (ITN), Cisco Systems]

31

31

## Beispiel: Effizientes IPv4 Subnetting

- In diesem Beispiel wurde der Unternehmenszentrale vom ISP, eine öffentliche Netzwerkadresse von 172.16.0.0/22 (10 Host-Bits) zugewiesen, welches 1022 Hostadressen bereitstellt.
- Es gibt fünf Standorte und daher fünf Internetverbindungen, was bedeutet, dass die Organisation 10 Subnetze benötigt, wobei das größte Subnetz 40 Adressen erfordert.
- Es wurden 10 Subnetze mit einer /26-Subnetzmaske (d.h. 255.255.255.192) zugeordnet.



tgm

[Quelle: Introduction to Networks v7.0 (ITN), Cisco Systems]

tgm | Technologisches Gewerbemuseum | Höhere technische Bundes-Lehr- und Versuchsanstalt

32

32