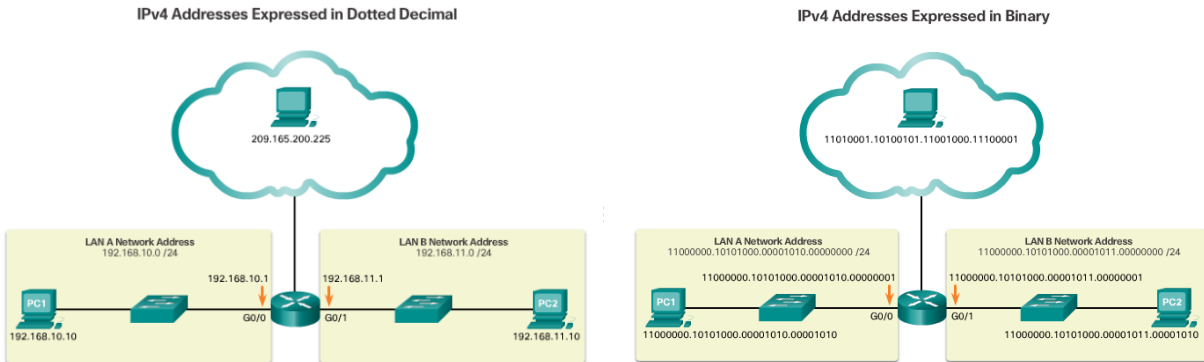


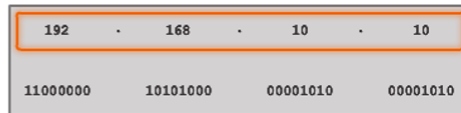
Arbeitsblatt 2 – Classless Subnetting

Wiederholung: IPv4-Adressen (Arbeitsblatt 6 - CORE1)

Eine IPv4-Adresse dient zur logischen Adressierung eines Hosts im Netz. Sie ist eine 32-Bit große Adresse. IPv4-Adressen werden üblicherweise dezimal in vier Blöcken geschrieben, zum Beispiel 207.142.131.235. Jeder Block repräsentiert 8 Bit; somit ergibt sich für jeden Block ein Wertebereich von 0 bis 255.



Dotted Decimal Address



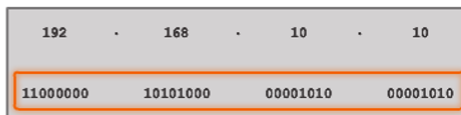
192.168.10.10 is an IP address that is assigned to a computer.

Octets



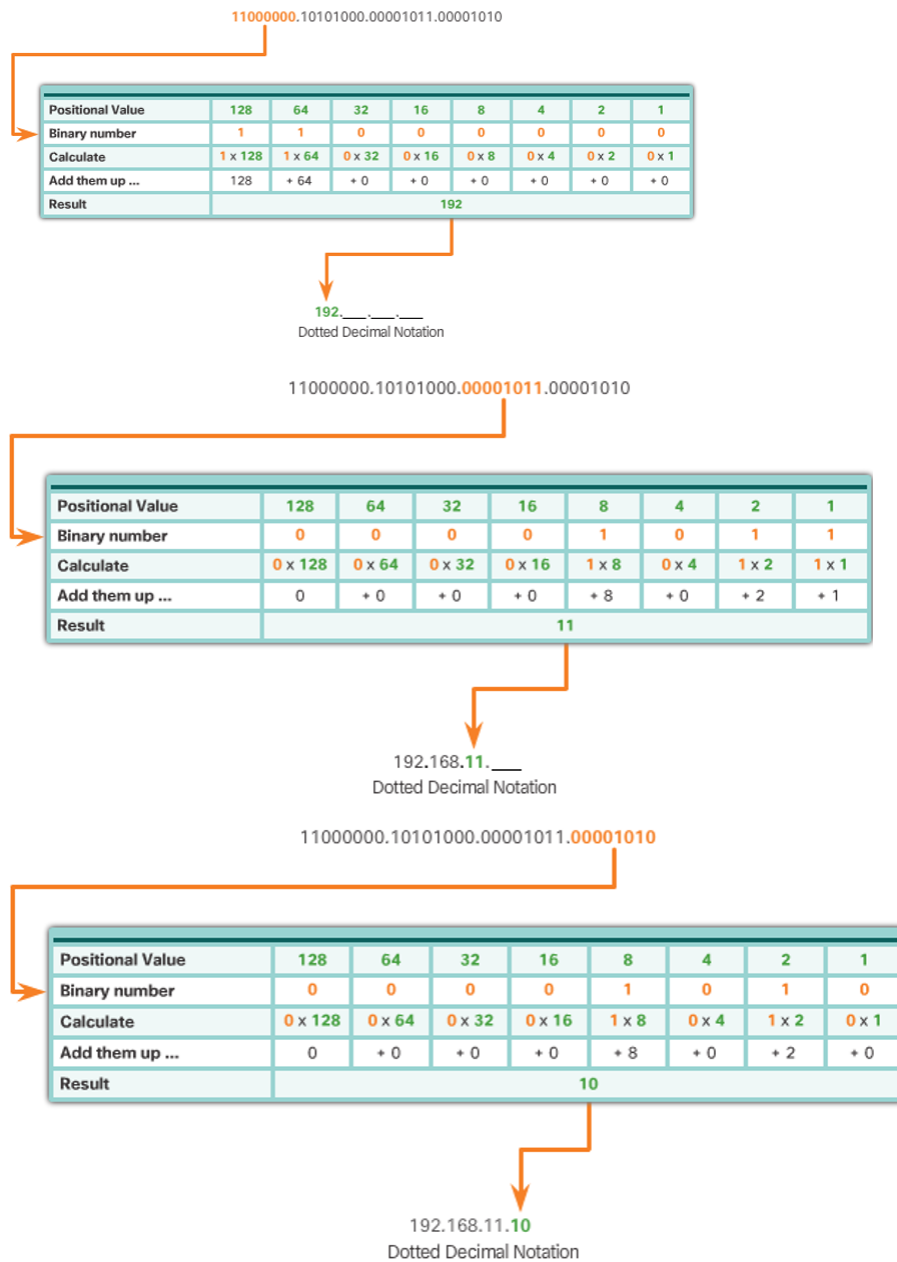
This address is made up of four different octets.

32-Bit Address



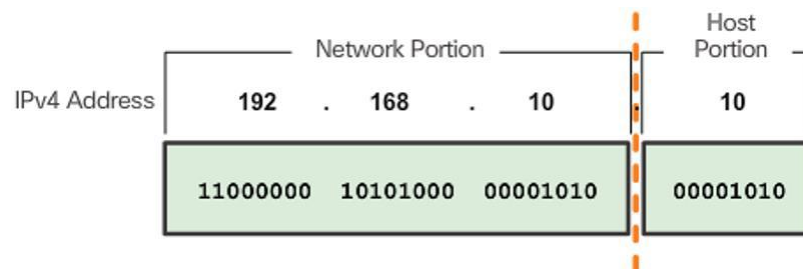
The computer stores the address as the entire 32-bit data stream.

Konvertierung der binären in die dezimale Schreibweise

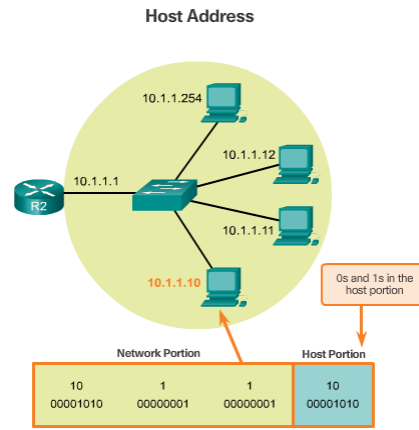
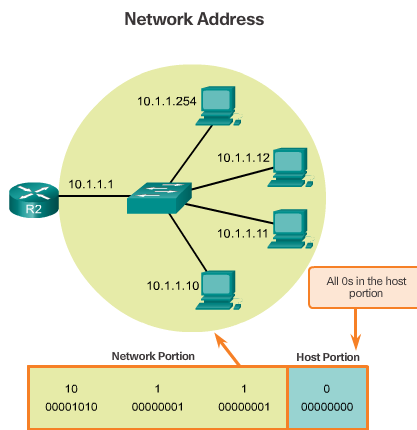
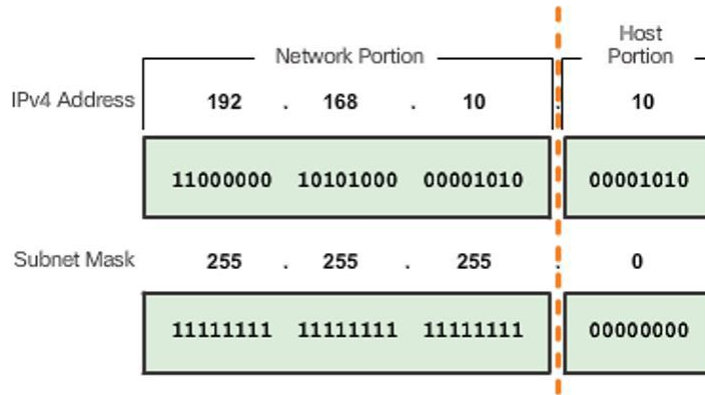


Netzanteil, Hostanteil und Subnetzmaske

Eine IP-Adresse besteht aus einem **Netzanteil** und einem **Hostanteil**. Der Netzanteil identifiziert ein Teilnetz, der Hostanteil identifiziert ein Gerät (Host) innerhalb eines Teilnetzes.



Die genaue Aufteilung zwischen Netzanteil und Hostanteil wird durch eine **Subnetzmaske** festgelegt, beispielsweise 255.255.255.0 (binär 11111111.11111111.11111111.00000000). Die Bits der Subnetzmaske, die „1“ sind, legen die Stellen der IP-Adresse fest, die zum Netzanteil gehören. Alle restlichen Stellen der IP-Adresse (entsprechend der Anzahl Bits der Maske die auf 0 gesetzt sind) gehören dann zum Hostanteil.



Beispiel zur Ermittlung der Netzadresse

Die binären Darstellungen der IP-Adresse und der Subnetzmaske werden logisch „UND“ verknüpft:

IP address	192	168	10	10
Binary	11000000	10101000	00001010	00001010
Subnet mask	255	255	255	0
	11111111	11111111	11111111	00000000
AND Results	11000000	10101000	00001010	00000000

1 AND 1 = 1
 0 AND 1 = 0
 0 AND 0 = 0
 1 AND 0 = 0

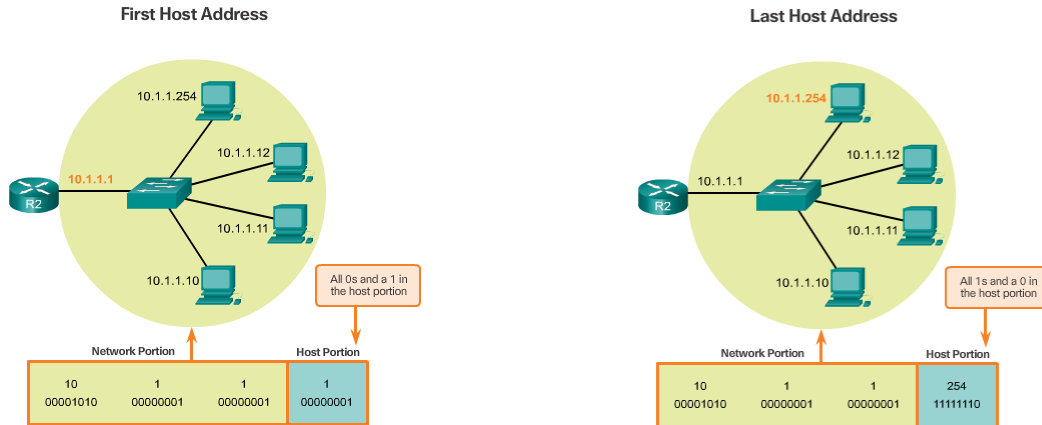
Network Address 192 168 10 0

Das Resultat der UND-Verknüpfung ergibt die Adresse des Netzes, in dem sich der Host befindet.

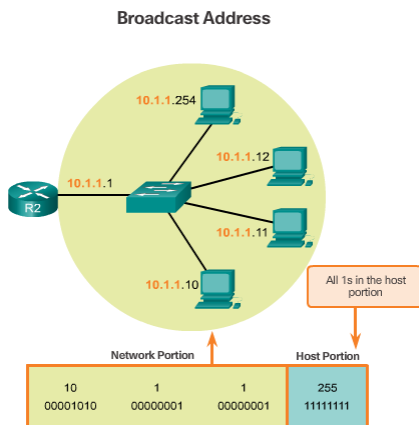
Somit befinden sich mehrere Geräte in einem Teilnetz, wenn der Netzanteil ihrer Adresse gleich ist – das ist eine Voraussetzung, dass diese Geräte direkt miteinander kommunizieren können, beispielsweise über einen Hub, einen Switch oder mittels eines Crosslink-Kabels. Im selben Teilnetz darf kein Hostanteil mehrfach vergeben sein.

Die **erste** gültige Host-IP-Adresse in einem Netz ergibt sich dadurch, dass im Host-Teil der IP-Adresse alle Bits ausser dem letzten auf 0 gesetzt sind (0...01). Die **letzte** gültige Host-IP-Adresse in einem Netz ergibt sich dadurch, dass im Host-Teil der IP-Adresse alle Bits ausser dem letzten auf 1 gesetzt sind (1...10).

Die maximale Anzahl der zu vergebenen Host-Adressen in einem Netz ist also $2^{\text{Anzahl Bits der Hostadresse}} - 2$



Die **Broadcast-Adresse** in einem Netz ergibt sich dadurch, dass im Host-Teil der IP-Adresse alle Bits auf 1 gesetzt sind (1...1).

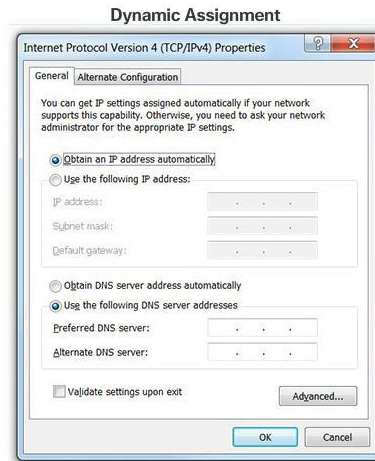
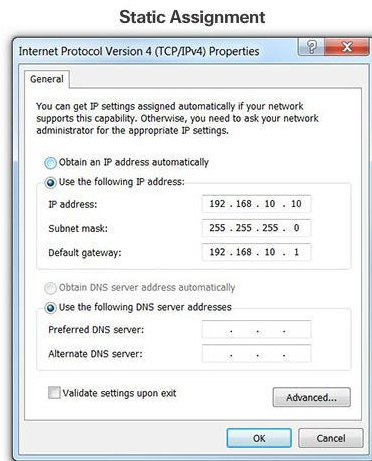


Zuweisung von IP-Adressen

IPv4-Adressen können entweder **statisch** oder **dynamisch** vergeben werden.

- Bei der **statischen Zuweisung** gibt der Administrator manuell eine Adresse ein. So erhalten in LANs zum Beispiel Gateways, Server oder Netzwerk-Drucker in der Regel feste IP-Adressen.
- Bei der **dynamischen Zuweisung** bekommt das Gerät automatisch eine Adresse von einem DHCP-Server im Netz zugewiesen. Im LAN-Bereich ist die dynamische Adressierung per DHCP verbreitet, im Internetzugangsbereich wird dynamische Adressierung vor allem von Internet-Service-Providern (ISP) eingesetzt, die Internet-Zugänge über Wählleitungen anbieten. Vorteil der dynamischen Adressierung ist, dass im Durchschnitt deutlich weniger als eine IP-Adresse pro Kunde benötigt wird, da nie alle Kunden gleichzeitig online sind. Ein Verhältnis zwischen 1:10 und 1:20 ist üblich. Bei DSL-Anbindung des Kunden verwenden die Provider meist ebenfalls dynamisch vergebene IPs.

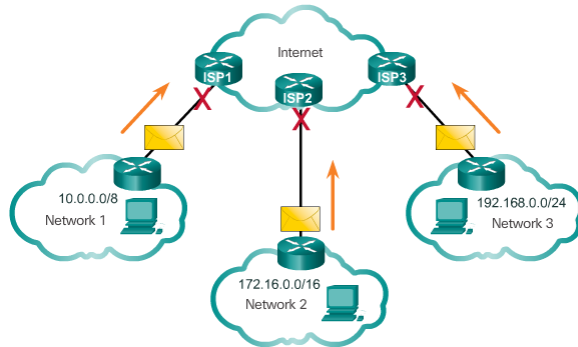
Erreicht ein mit dynamischer Adressvergabe konfigurierter Rechner keinen DHCP-Server, so bekommt er automatisch eine zufällige Adresse aus dem Bereich 169.254.x.x. Diese Adressen hat sich Microsoft ganz offiziell für diesen Zweck reservieren lassen. Man nennt diese Technik auch **APIPA** (Automatic Private IP Addressing).



Wiederholung- Public und Private IP-Adressen (Arbeitsblatt 7 – CORE1)

Private IP-Adressen (abgekürzt Private IP) gehören zu bestimmten IP-Adressbereichen, die im Internet nicht geroutet werden. Sie können beliebig innerhalb privater Netze wie etwa LANs verwendet werden.

Private addresses cannot be routed over the Internet



Bestimmte Adressbereiche wurden für die private Nutzung aus dem öffentlichen Adressraum ausgespart, damit ohne administrativen Mehraufwand lokale Netzwerke gepflegt werden können. Als die IP-Adressen des Internet Protokolls v4 knapp wurden und dadurch eine bewusste Einsparung öffentlicher IP-Adressen notwendig wurde, war es umso wichtiger, private IP-Adressen in lokalen Netzwerken zur Verfügung zu haben.

Private Adressen:

- 10.0.0.0/8 bzw. 10.0.0.0 bis 10.255.255.255
- 172.16.0.0 /12 bzw. 172.16.0.0 bis 172.31.255.255
- 192.168.0.0 /16 bzw. 192.168.0.0 bis 192.168.255.255

Spezielle IPv4-Adressen

Zusätzlich zu privaten und öffentlichen Adressen wurden auch eine Reihe spezieller IP-Adressen festgelegt.

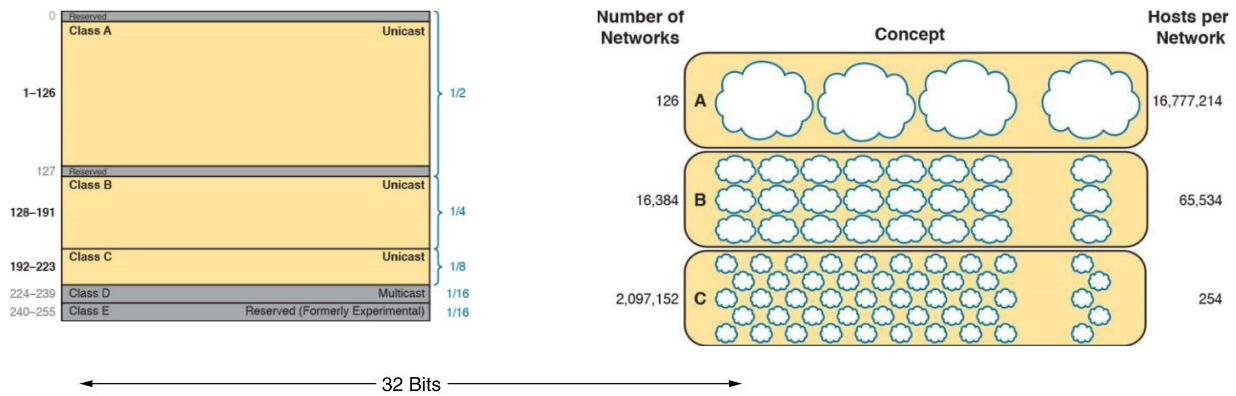
- **Loopback** Adressen 127.0.0.0/8 bzw. 127.0.0.1 bis 127.255.255.254
- Link-Local addresses oder Automatic Private IP Addressing (**APIPA**) Adressen 169.254.0.0/16 bzw. 169.254.0.1 bis 169.254.255.254
- **TEST-NET** Adressen 192.0.2.0/24 bzw. 192.0.2.0 bis 192.0.2.255

Classful addressing

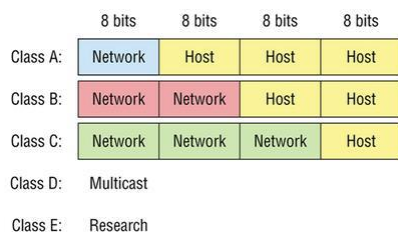
Früher gab es fest vorgeschriebene Einteilungen für Netzwerkklassen mit einer festen Länge. Viele netzwerkfähige Betriebssysteme bestimmen die Standardnetzmaske auch heute noch anhand dieser alten Klassifikation, da im lokalen Netz überwiegend noch mit den Klassen gearbeitet wird.

Über die Netzklassen wurde der gesamte IPv4-Adressraum in drei (später fünf) Netzklassen unterteilt. Alle Teilnetze einer Netzklasse hatten hierbei dieselbe standardisierte Größe. Die Netzgrößen der Klassen unterschieden sich sehr stark, so waren in einem Netz der Klasse C nur 254 Hosts möglich, wohingegen

bei einem Netz der Klasse A über 16 Millionen Hosts ermöglicht wurden. Dies sollte es ermöglichen, einzelnen Organisationen und Einrichtungen verschieden große Netzwerke je nach Bedarf zuzuweisen. Doch führten die starren Netzgrößen zu großer Verschwendung, da z.B. einem Anwender mit 100.000 Hosts ein Netz der Klasse A zugewiesen werden musste. Von diesen standen aber nur insgesamt 126 zur Verfügung und in diesem konkreten Fall wären über 16 Millionen IP-Adressen verschwendet worden.



Class	Network	Host	Range of host addresses
A	0		1.0.0.0 to 127.255.255.255
B	10		128.0.0.0 to 191.255.255.255
C	110		192.0.0.0 to 223.255.255.255
D	1110		224.0.0.0 to 239.255.255.255
E	1111		240.0.0.0 to 255.255.255.255



Classless Addressing (CIDR):

Da die Einteilung in feste Klassen sehr unflexibel ist, wird seit 1993 vor allem im WAN hauptsächlich das Classless Inter-Domain Routing-Verfahren (CIDR) durchgeführt, welches *bitvariable* Netzmasken ermöglicht. Dadurch kann man die Größe von Routingtabelle reduzieren und die verfügbaren Adressbereiche besser auszunutzen.

Mit CIDR entfällt die feste Zuordnung einer IPv4-Adresse zu einer Netzklasse, aus welcher die Präfixlänge hervorging. Die Präfixlänge ist mit CIDR frei wählbar und muss deshalb beim Aufschreiben eines IP-Subnetzes mit angegeben werden, und zwar als Suffix. Das Suffix gibt die Anzahl der 1-Bits in der Netzmaske an. Diese Schreibform, z. B. 172.17.0.0/17, ist viel kürzer und im Umgang einfacher als die *Dotted decimal notation* wie 172.17.0.0/255.255.128.0 und ebenfalls eindeutig.

Beispiele:

- Die Notation 192.168.2.7/24 entspricht der Adresse 192.168.2.7 mit der Netzmaske 255.255.255.0: In binärer Schreibweise ist die Netzmaske 11111111.11111111.11111111.00000000 – es gibt also $3 \cdot 8 = 24$ gesetzte Bits, genau wie im Suffix angegeben.
- 10.43.8.67/28 entspricht der Adresse 10.43.8.67 mit der Netzmaske 255.255.255.240: In binärer Schreibweise ist die Netzmaske 11111111.11111111.11111111.11110000 – es gibt also $3 \cdot 8 + 4 = 28$ gesetzte Bits, wieder genau wie im Suffix angegeben.

Beispiele von Subnetzmasken mit ihrer CIDR-Notation:**Zuweisung**

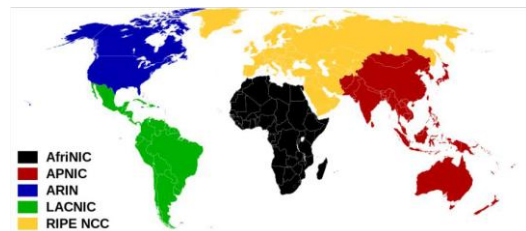
Subnet Mask	32-bit Address	Prefix Length
255.0.0.0	11111111.00000000.00000000.00000000	/8
255.255.0.0	11111111.11111111.00000000.00000000	/16
255.255.255.0	11111111.11111111.11111111.00000000	/24
255.255.255.128	11111111.11111111.11111111.10000000	/25
255.255.255.192	11111111.11111111.11111111.11000000	/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

Zuweisung von öffentlichen (public) IP-Adressen

Die Internet Assigned Numbers Authority (IANA) ist zuständig für die Vergabe von IP-Adressblöcken, Domännennamen und TCP/IP Portnummern. Sie teilt den regionalen Registraren (RIR) IP-Adressbereiche zu.

Derzeit gibt es weltweit fünf aktive regionale Registries:

- Réseaux IP Européens Network Coordination Centre (RIPE NCC)
- American Registry for Internet Numbers (ARIN)
- Asia-Pacific Network Information Centre (APNIC)
- Latin American and Caribbean Internet Addresses Registry (LACNIC)
- African Network Information Centre (AfrinIC)



Jeder dieser regionalen Registrare erhält durch die IANA IP-Adressbereiche zugeteilt. Aus diesen werden Blöcke entnommen und Local Internet Registries (LIR) zugewiesen, die ihrerseits den Endkunden bedienen. LIRs sind meist Internet Service Provider.

Merke:**MAC-Adresse**

- Sie ist unveränderlich
- Vergleichbar mit dem Namen einer Person
- Wird auch noch als Hardware-Adresse bezeichnet, da sie fest mit der Netzwerkkarte assoziiert ist

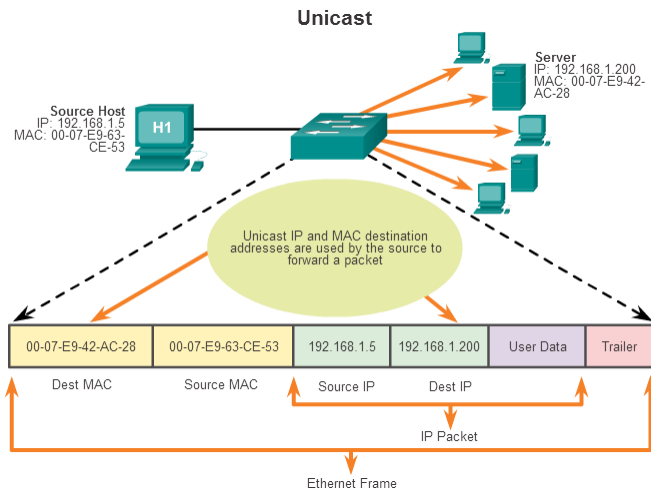
IP-Adresse

- Vergleichbar mit der Adresse einer Person
- Wird auch als logische Adresse bezeichnet
- Wird vom Netzwerkadministrator zugewiesen

Damit Anwendungen im Netz Daten austauschen können sind sowohl die MAC-Adresse als auch die IP-Adresse notwendig für die Kommunikation genauso wie Name und Adresse nötig sind, um einen Brief zu versenden.

UNICAST und BROADCAST und MULTICAST Nachrichten

In der Telekommunikation bezeichnet **Unicast** die Übertragung von Nachrichten zwischen einem Sender und einem einzigen Empfänger. Die dazu in der Vermittlungsschicht (OSI-Modell) verwendete Adresse, die das Ziel eindeutig identifiziert, wird als Unicast-Adresse bezeichnet.



Ein **Broadcast** (engl.; „Rundruf“) in einem Computernetzwerk ist eine Nachricht, bei der Datenpakete von einem Punkt aus an alle Teilnehmer eines Nachrichtennetzes übertragen werden.

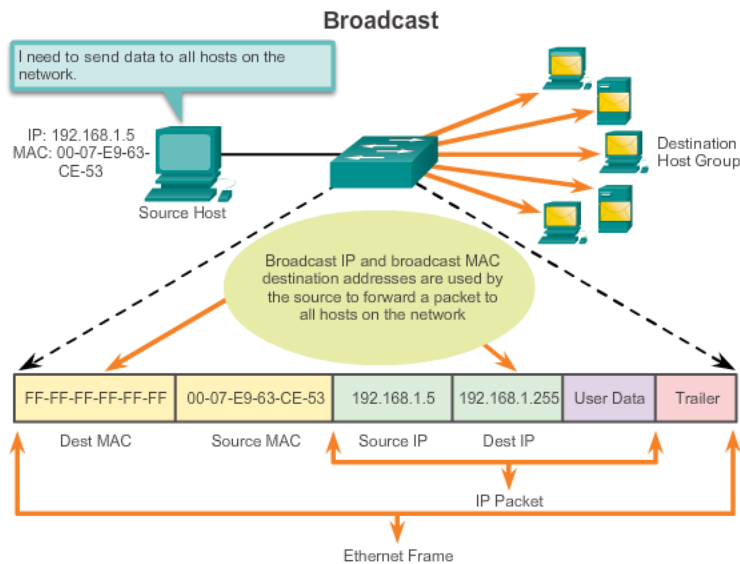
Ein Broadcast-Paket erreicht alle Teilnehmer eines lokalen Netzwerks, ohne dass sie explizit als Empfänger angegeben sind. Broadcasts beschränken sich also auf das eigene Netzwerksegment, und werden nicht von Routern in andere Netze weitergeleitet.

Jeder Empfänger eines Broadcast entscheidet selbst, ob er im Falle seiner Zuständigkeit die erhaltene Nachricht entweder verarbeitet oder andernfalls stillschweigend verwirft. Broadcasts gibt es auf verschiedenen Schichten des OSI-Referenzmodells. Allen gemein ist, dass Broadcasts von einer höheren Schicht an die unteren Schichten entsprechend angepasst werden müssen.

Beim IPv4-Broadcast wird die Adresse durch die Kombination aus Zielnetz und dem Setzen aller Hostbits auf 1 angegeben.

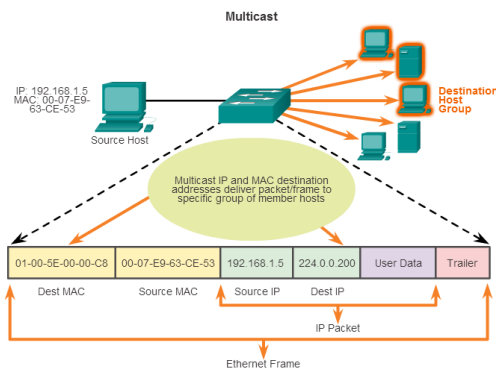
Beispiel: Die Adresse für einen IPv4-Broadcast in das Netz 192.168.1.0 mit der Netzmaske 255.255.255.0 lautet somit: 192.168.1.255 (CIDR-Notation: 192.168.1.0/24).

So ein IPv4-Broadcast wird dann auf Frame-Ebene als Ethernet-Broadcast an die MAC-Adresse FF:FF:FF:FF:FF:FF gesendet.



Multicast (englisch) bezeichnet in der Telekommunikation eine Nachrichtenübertragung von einem Punkt zu einer Gruppe und ist daher eine Form der Mehrpunktverbindung. Die Technik kommt gemäß OSI-Modell in der Vermittlungsschicht zum Einsatz. Ihr Vorteil besteht darin, dass zeitgleich Nachrichten an mehrere Teilnehmer oder an eine geschlossene Teilnehmergruppe übertragen werden können, ohne dass sich die hierfür verwendete Datenübertragungsrate beim Sender mit der Zahl der Empfänger multipliziert. Der Sender braucht beim Multicasting nur dieselbe Datenübertragungsrate wie ein einzelner Empfänger. Handelt es sich um paketorientierte Datenübertragung, findet die Vervielfältigung der Datenpakete an jedem einzelnen Verteiler (Router, Switch oder Hub) auf der Route statt.

Der Unterschied zu Broadcast besteht darin, dass beim Broadcast Inhalte verbreitet werden, die jeder ansehen kann, wohingegen beim Multicast vorher eine Anmeldung beim Sender erforderlich ist.



Wichtige Hilfestellungen

Grundlagen

- IPv4-Adressen: 32Bit
- Netzmaske: gibt an, wie viele Bits für das Netz reserviert sind.
- Hosts: verbleibende Bits nach der Netzmaske -> Anzahl möglicher Endgeräte.
- Formel: Anzahl Hosts = $2^{(\text{Host-Bits})} - 2$
 - o -2, weil Netzadresse und Broadcastadresse nicht für Rechner nutzbar sind.
- Netzadresse: Anfangsadresse (alle Hostbits = 0).
- Broadcastadresse: letzte Adresse (alle Hostbits = 1).
- Gültige Hosts: Bereich zwischen Netz +1 und Broadcast -1.
- Gegeben: Netzwerk 192.168.60.0, Netzmaske: 255.255.255.224
- Umrechnung der Maske in Präfix-Notation: 255.255.255.224 = /27, d.h. 27 Bits für Netz, 5 Bits für Hosts ($32 - 27 = 5$).
- Berechnung der maximalen Anzahl an gültiger Rechneradressen: $2^5 - 2 = 32 - 2 = 30$
 - o Netzadresse: 192.168.60.0
 - o Broadcastadresse: 192.168.60.31
 - o Gültige Hosts: 192.168.60.1 – 192.168.60.30
- Für Subnetze: kleinstes **n** mit $2^n \geq$ benötigte Subnetze.
- Für Hosts: kleines **h** mit $2^h - 2 \geq$ benötigte Hosts (-2 für Netz- und Broadcastadresse).

Aufgaben

Aufgabe 1

Gegeben ist das Netzwerk 192.168.60.0 mit der Netzmaske 255.255.255.224. Was ist die maximale Anzahl an gültigen Rechnern in diesem Netz? Begründe.

Aufgabe 2

- a) Wie viele Rechner können in das Teilnetz 192.168.0.18/27 gestellt werden?
- b) Wie viele Rechner können in das Teilnetz 192.168.0.128/25 gestellt werden?
- c) Wie viele Rechner können in das Teilnetz 192.168.1.0/25 gestellt werden?
- d) Wie viele Rechner können in das Teilnetz 192.168.0.128/26 gestellt werden?

Aufgabe 3

Wie viele Bits benötigt man, ...

- a) um 3 Subnetze zu gestalten?
- b) um 5 Subnetze zu gestalten?
- c) um 8 Subnetze zu gestalten?
- d) um 5 PCs in ein Subnetz zu bekommen?
- e) um 7 PCs in ein Subnetz zu bekommen?
- f) um 8 PCs in ein Subnetz zu bekommen?
- g) um 14 PCs in ein Subnetz zu bekommen?
- h) um 16 PCs in ein Subnetz zu bekommen?

Aufgabe 4

Gegeben sei folgende IP: 192.168.4.1 mit der Netzmaske 255.255.255.0

- a) Ermittle die Bit-Anteile für Netz und Hosts.
- b) Wie viele Hosts würden in das Ausgangsnetz passen?
- c) Erschaffe 4 gleichgroße Teilnetze. Wie viele Clients passen maximal in jedes Subnetz?

Aufgabe 5

Gegeben ist ein PC mit der IP-Adresse 192.168.114.22 und der Netzmaske 255.255.255.252?

- a) Wie lautet die Netzadresse?
- b) Was ist die erste gültige IP-Adresse in dem Netz?
- c) Was ist die letzte gültige IP-Adresse in dem Netz?

Aufgabe 6

Das Netz 192.168.1.0/24 soll durch Subnetting in 2 Teilnetze aufgeteilt werden. Gib für jedes Teilnetz die Netzadresse, die Netzmaske, die Broadcast-Adresse, die erste und letzte benutzbare IP-Adresse an.

Aufgabe 7

Das Netz 200.100.10.0/24 soll durch Subnetting in 4 Teilnetze aufgeteilt werden. Gib für jedes Teilnetz die Netzadresse, die Netzmaske, die Broadcast-Adresse, die erste und letzte benutzbare IP-Adresse an.

Aufgabe 8

Das Netz 198.15.17.0/24 soll in 8 gleichgroße Teilnetze aufgeteilt werden. Gib für jedes Teilnetz die Netzadresse, die Netzmaske, die Broadcast-Adresse, die erste und letzte benutzbare IP-Adresse an.

Aufgabe 9

Ein Rechner besitzt die IP-Adresse 138.101.114.250 und die Netzmaske 255.255.255.192.

- Bestimme die Netzadresse des Subnets in dem sich der Rechner befindet.
- Wie viele gleichgroße Teilnetze gibt es, wenn man davon ausgeht, dass ein /24-Netz in Subnets aufgeteilt wurde?
- Was ist der Adressbereich für dieses Teilnetz?
- Wie lautet die Broadcast-Adresse für dieses Teilnetz?

Aufgabe 10

Fünf Labore der Informatik sollen sich das Netz 141.69.203.0/24 so aufteilen, dass jedes Labor ein eigenes Netz bildet.

- Welche Netzmaske ist erforderlich?
- Wie lauten die Net-IP, Broadcast-IP und Gateway-Adressen jedes Teilnetzes? (Tabelle)

Aufgabe 11

Du bist Admin einer größeren Firma mit Niederlassungen in Berlin, Düsseldorf, Hannover, München, Stuttgart. In jeder Niederlassung gibt es die Abteilungen Einkauf (E), Forschung (F), Lager (L), Produktion (P), und Verkauf (V). Jede Abteilung bekommt ein eigenes Netz. Die maximale Abteilungsgröße beträgt 50 Hosts. Jede Filiale ist über WAN mit der Deutschlandzentrale verbunden. Es wird eine einheitliche Netzmaske in allen Netzen verwendet.

- Wie lautet die Netzmaske?
- Wie viele Netze werden gebraucht?
- Wie viele IP-Adressen brauchen Sie?
- Welche privaten IP-Netze könnte die Firma für das Subnetting verwenden?

Aufgabe 12

Gegeben sind folgende Konfigurationen:

- IP-Adresse: 120.48.7.105 Subnetzmaske: 255.255.255.248
- IP-Adresse: 77.88.99.182 Subnetzmaske: 255.255.255.224
- IP-Adresse: 40.1.1.11 Subnetzmaske: 255.255.255.248
- IP-Adresse: 67.88.99.66 Subnetzmaske: 255.255.248.0

Fülle für jede Netzkonfiguration die folgende Tabelle aus:

Netzadresse Subnetz	Gültiger Adressbereich	Broadcast Adresse

Aufgabe 13

Gegeben sei die IP-Adresse 77.85.83.84/8

1. Stelle die Adresse in Binärschreibweise dar.
2. Wie sieht die zugehörige Netzmaske aus?
3. Wie viele Hosts können Sie in diesem Netzwerk maximal anschließen?
4. Wie lautet die Netzadresse dieses Netzwerks?
5. Wie lautet die Broadcastadresse dieses Netzwerks?
6. Wie lautet die IP-Adresse des ersten und letzten Hosts?
7. Das Netzwerk soll in 10 Subnetze unterteilt werden.
 - a) Wie viele Bits werden hierzu benötigt?
 - b) Wie sieht die resultierende Subnetzmaske aus?
 - c) Wie viele Hosts sind jetzt jeweils pro Subnetz möglich?
 - d) Gib die IP-Adressen der ersten 10 Subnetze an.
8. Wie ändert sie sich die Subnetzmaske, wenn das Netzwerk in 1000 Subnetze unterteilt wird?
 - a) Wie viele Bits werden hierzu benötigt?
 - b) Wie sieht die resultierende Subnetzmaske aus?
 - c) Wie viele Hosts sind jetzt jeweils pro Subnetz möglich?
 - d) Gib die IP-Adressen der ersten 5 und des 1000-ten Subnetzes an.
9. Beeinflusst das Einrichten von Subnetzen die Anzahl der maximal anschließbaren Hosts? Welcher Zusammenhang besteht?

Aufgabe 14

Du möchtest das 195.85.83.0/24 Netzwerk in 3 Subnetze unterteilen.

- a) Wie viele Bits werden hierzu benötigt?
- b) Wie sieht die resultierende Subnetzmaske aus?
- c) Gib die Anzahl nutzbarer Adressen nach der Unterteilung an.
- d) Wie viele Hosts sind jetzt jeweils pro Subnetz möglich?
- e) Gib die IP-Adressen der 3 Subnetze an.

Aufgabe 15

Du unterteilst das 172.85.83.0/16 Netzwerk in 250 Subnetze.

- a) Wie viele Bits werden hierzu benötigt?
- b) Wie sieht die Subnetzmaske für ein Teilnetz aus?
- c) Wie viele Hosts sind jetzt jeweils pro Subnetz möglich?
- d) Gib die Netz- und IP-Adressen der ersten 5 und des 128-ten Subnetzes an.