

Klassenbasierte IPv4-Adressierung (veraltet)

IPv4-Adressen besitzen eine feste Länge von 32bit und werden wegen der besseren Lesbarkeit in der Punkt-Dezimal-Notation dargestellt (z. B. 132.80.240.33). Zum Erlernen der IP-Adressenstruktur sollte man die IP-Adressen auf der Bitebene im dualen Zahlensystem betrachten.

IP-Adressen sind zweigeteilt in Net-ID (Identifizier) und Host-ID. Die Host-ID kennzeichnet ein Endsystem in einem IP-Netz. Man erhält damit eine logische Zuordnung. Die möglichen IP-Netze werden in fünf Klassen eingeteilt, wovon drei für die Unicast-Adressierung verwendet werden können. Die Unterscheidung in Klassen erfolgt durch die Klassenbits: die höchst wertigen Bits der Netzwerkadresse.

Klasse	Präfix/ Netz-ID	Adressenaufbau	Max. Anzahl Netze	Max. Anzahl Host/Netz	Max. Anzahl insgesamt
A	<u>0</u> 1 bis 126	<u>0</u> nnn nnnn.hhhh hhhh.hhhh hhhh.hhhh hhhh	$2^{(8-1)} - 2 =$	$2^{24} - 2 =$	$(2^{24} - 2) \cdot 126$
B	<u>10</u> 128.0 bis 191.255	<u>10</u> nn nnnn.nnnn nnnn.hhhh hhhh.hhhh hhhh	$2^{(16-2)} =$	$2^{16} - 2 =$	$(2^{16} - 2) \cdot 2^{14}$
C	<u>110</u> 192.0.0 bis 223.255.255	<u>110</u> n nnnn.nnnn nnnn.nnnn nnnn.hhhh hhhh	$2^{(24-3)} =$	$2^8 - 2 =$	$2^{21} \cdot 254 =$
D	<u>1110</u> 224.0.0 bis 239.255.255	<u>1110</u> nnnn.nhhh hhhh.hhhh hhhh.hhhh hhhh	$2^{(9-4)} =$	$2^{23} - 2 =$	$(2^{23} - 2) \cdot 2^5 =$
E	<u>1111</u> 240.0 bis 255.255				

Besondere Adressbereiche im IPv4-Adressraum (aktuell)

Klasse	Net-IDs	Beschreibung
A	10.h.h.h	Private Netzbereiche; wird nicht im öffentlichen Netz geroutet
A	0.0.0.0	Standardroute; unspecified IP
A	127.h.h.h	Loopback: 127.0.0.1
B	172.16.h.h - 172.31.h.h	Private Netzbereiche; wird nicht im öffentlichen Netz geroutet
B	169.254.h.h	APIPA ¹ , Endsysteme vergeben sich bei fehlendem DHCP selbst IP-Adressen
C	192.168.0.h - 192.168.255.h	Private Netzbereiche; wird nicht im öffentlichen Netz geroutet

1 APIPA: **A**utomatic **P**rivate **I**P **A**ddressing

Übungen zu klassenbasierten Netzen

Klassenweise IP-Adressierung

1. Vervollständigen Sie die folgende Tabelle. Sie sollen damit etwas mehr Übung bei der Umwandlung von binären Zahlen in Dezimalzahlen bekommen.

Binär	128	64	32	16	8	4	2	1	Dezimal
1100 1100									
1010 1010									
1110 0011									
1011 0011									
0011 0101									

2. Vervollständigen Sie die folgende Tabelle. Sie sollen dabei etwas mehr Übung bei der Umwandlung von Dezimalzahlen in binäre Zahlen bekommen.

Dezimal	128	64	32	16	8	4	2	1	Kontrolle
48									
203									
115									
135									
60									

3. Geben Sie die Adresse **145.32.59.24** binär an und geben Sie die Klasse an, in der die Adresse liegt:

4. Geben Sie die Adresse **200.42.129.16** binär an und geben Sie die Klasse an, in der die Adresse liegt.

5. Geben Sie die Adresse **14.82.19.54** binär an und geben Sie die Klasse an, in der die Adresse liegt:

Classless Inter-Domain Routing (CIDR)

Um 1992 hat das exponentielle Wachstum des Internets unter den Mitgliedern der IETF ernsthafte Bedenken ausgelöst, ob das Routingssystem des Internets mit dem abzusehenden Wachstum Schritt halten kann. Folgende Probleme waren absehbar:

- Die absehbare vollständige Belegung des Klasse-B-Adressraumes
- Das schnelle Wachsen der globalen Routingtabellen des Internet
- Die unter Umständen vollständige Belegung des 32-Bit IPv4 Adressraumes

Das voraussichtliche Wachstum des Internet machte deutlich, dass die ersten beiden Probleme 1994 oder 1995 akut werden würden. Als Antwort auf diese Herausforderungen wurde das Konzept der Supernetze oder das Classless Inter-Domain Routing (CIDR) entwickelt. Das dritte Problem wird, da es sich um ein langfristiges Problem handelt, derzeit von der Arbeitsgruppe für IP Next Generation (IPng oder IPv6) der IETF bearbeitet.

CIDR wurde offiziell im September 1993 in den RFC 1517, 1518, 1519 und 1520 dokumentiert. CIDR unterstützt zwei wichtige Eigenschaften, mit denen das globale Routing-System des Internet unterstützt wird:

- CIDR eliminiert das traditionelle Konzept der Klasse-A-, B- und C-Adressen. Damit kann der IPv4-Adressraum effizienter vergeben werden und das Internet wachsen, bis IPv6 zur Verfügung steht.
- CIDR unterstützt das Zusammenfassen von unter Umständen Tausenden von Klassenrouten zu einem einzigen Eintrag in der Routingtabelle. Damit kann durch einen einzigen Routingeintrag der Verkehr zu vielen verschiedenen Netzen angegeben werden. Durch die Zusammenfassung von Routen kann die Menge an Routen in den Hauptroutern des Internet besser kontrolliert werden. Das Routenflattern (häufiges Ändern der Verfügbarkeit einzelner Routen) wird reduziert und die Administration der Router wird vereinfacht.

Ohne die schnelle Verfügbarkeit des CIDR hätten die Routingtabellen mehr als 70000 (statt 30000 heute) Einträge und das Internet würde wahrscheinlich nicht mehr funktionieren.

CIDR fördert die effiziente Nutzung des IPv4 Adressraumes. CIDR eliminiert das traditionelle Konzept der Klasse-A-, B- und C- Netzwerkadressen und ersetzt es durch das allgemeine Konzept eines Netzwerkpräfixes. Router benutzen ein Netzwerkpräfix anstatt der ersten drei Bits einer IP-Adresse, um festzustellen, welcher Teil der Adresse die Netzwerknummer und welcher Teil die Rechnernummer ist. CIDR erlaubt damit die Vergabe von Netzwerken einer beliebigen Größe, anstatt der 8-, 16- oder 24-Bit Netzwerknummer, die durch die Klassen vorgegeben werden.

Im CIDR-Modell wird mit jeder Routing-Information eine Bit-Maske (oder die Länge des Präfixes) angegeben. Mit der Präfixlänge wird angegeben, wie viel Bits der Netzwerkteil der Adresse umfasst. Eine Adresse, die beispielsweise 20 Bit Netzwerknummer und 12 Bit Rechnernummer hat, wird mit einer Präfixlänge von 20 (/20) bekannt gegeben. Das Geschickte ist, dass eine /20-Adresse eine frühere Klasse-A-, B- oder C-Adresse sein kann. Router, die CIDR unterstützen, interpretieren nicht die ersten drei Bit der Adresse, sondern benutzen ausschließlich das mit der Route mitgelieferte Längenpräfix.

In der klassenlosen Umgebung geben Präfixe homogene Adressblöcke des IP-Adressraumes an. Beispielsweise geben alle Präfixe mit einem /20-Präfix die gleichen Adressräume an (2^{12} oder 4096 Rechneradressen). Ein /20-Präfix kann einer Klasse-A-, B- oder C-Adresse zugewiesen werden. Abbildung 1 zeigt, wie jeder der angegebenen /20-Blöcke 4096 Rechneradressen darstellt - 10.23.64.0/20, 130.5.0.0/20 und 200.7.128.0/20.

Traditional A	10.23.64.0/20	<u>00001010.00010111.01000000.00000000</u>
Traditional B	130.5.0.0/20	<u>10000010.00000101.00000000.00000000</u>
Traditional C	200.7.128.0/20	<u>11001000.00000111.10000000.00000000</u>

Abbildung 1: /20 homogene Adressblöcke

Darstellung einer IPv4-Adresse mit Suffix² (aktuell)

Dezimal: 172 . 24 . 203 . 115 / _____

binär: _____ . _____ . _____ . _____

Unterscheidung zwischen Geräte- (host) und Netzwerkanteil (network)

Über die sogenannte Netzmaske (netmask) wird die beiden Anteil von einander unterschieden. Der vordere Teil der IP-Adresse stellt dabei den Netzanteil und der hintere den Geräteanteil dar.

Darstellung der Netzmaske

Dezimal: _____ . _____ . _____ . _____

binär: _____ . _____ . _____ . _____

Berechnung der Netz-Adresse

IP-Adresse: _____ . _____ . _____ . _____

Netzmaske: _____ . _____ . _____ . _____ (UND)

Netz-Adresse: _____ . _____ . _____ . _____

dezimal: _____ . _____ . _____ . _____

Berechnung der ersten und letzten möglichen Host-Adresse

Die erste Host-Adresse liegt direkt hinter der Netzadresse. Die letzte mögliche Host-Adresse liegt direkt vor der Broadcast-Adresse. Es gilt:

Netzadresse: **Setze alle Host-Bits auf 0.** Netz-Anteil bleibt unverändert.

Netz-Adresse: _____ . _____ . _____ . _____

dezimal: _____ . _____ . _____ . _____

erster Host: _____ . _____ . _____ . _____

dezimal: _____ . _____ . _____ . _____

Broadcast-Adresse: **Setze alle Host-Bits auf 1.** Netz-Anteil bleibt unverändert.

Broadcast: _____ . _____ . _____ . _____

dezimal: _____ . _____ . _____ . _____

letzter Host: _____ . _____ . _____ . _____

dezimal: _____ . _____ . _____ . _____

² Suffix: Wortanhang; z.B. „Schön-**heit**“ hier ist **heit** das Suffix zu *schön*

Übungen

Subnetting: Bringe N Hosts in ein gegebenes Subnetz

Sie sollen das Netz einer Firma planen. Der Adressbereich soll in Subnetze mit jeweils 7 Hosts eingeteilt werden. Vom Provider wurde folgende IP-Adresse bereitgestellt. Der Mitarbeiter hat Ihnen lediglich die folgende IP-Adresse übermittelt:

192.202.17.5/12 Netzadresse: 192.192.0.0/12

Geben Sie die jeweiligen Subnetze an. Der Rechenweg muss nachvollziehbar sein.

LÖSUNG :

- Ermittlung der Subnetzgröße (Host-Bereich)
7 Hosts → 7 Host-Adressen + Broadcast-Adresse + Netzadresse = 9 IP-Adressen
→ nächste Subnetzgröße ist $16=2^4$ → 4 Bits pro Subnetz notwendig, um alle Hosts unterzubringen.
- Ermittlung der Anzahl der Subnetze
Gesamte Bit-Anzahl – gegebenes Netz – Subnetz- Bits = 32 Bits – 12 Bits – 4 Bits = 16 Bits
→ $2^{16}=65.536$ Subnetze sind erzeugbar mit jeweils $2^4-2=14$ Hosts

Netz	Subnetze	Hosts
12	16	4

Die Abstände der Netzadressen, Broadcast-Adressen, usw. sind jeweils genau die Subnetzgröße. In diesem Beispiel $16=2^4$. Erreicht man das „Ende“ eines Oktetts, so ist im nächsten Oktett fortzufahren.

Subnetz	Netzadresse	1. Host	Letzter Host	Broadcast
1	192.192.0.0	192.192.0.1	192.192.0.14	192.192.0.15
2	192.192.0.16	192.192.0.17	192.192.0.30	192.192.0.31
3	192.192.0.32	192.192.0.33	192.192.0.62	192.192.0.63
usw.				
vorletztes Netz	192.207.255.224	192.207.255.225	192.207.255.238	192.207.255.239
letztes Netz	192.207.255.240	192.207.255.241	192.207.255.254	192.207.255.255

(Hinweis: Im zweiten Oktett sind die ersten vier Bits fix.)

Subnetting: Bilde M Subnetze in einem gegebenem Subnetz

Sie sollen das Netz einer Firma planen. Der Adressbereich soll in mindestens 9 gleichgroße Subnetze eingeteilt werden. Vom Provider wurde folgende IP-Adresse bereitgestellt. Der Mitarbeiter hat Ihnen lediglich die folgende IP-Adresse übermittelt:

192.202.17.5/12 Netzadresse: 192.192.0.0/12

Geben Sie die jeweiligen Subnetze an. Der Rechenweg muss nachvollziehbar sein.

LÖSUNG:

- Ermittlung des Subnetzbereichs und Unterteilung in gleichgroße Subnetze. Hier sind mindestens 9 Subnetze gefordert daraus folgt $16=2^4$ Subnetze. Es sind also 4 Bits für die Bildung der Subnetze notwendig.
- Ermittlung des Host-Bereichs:
Gesamte Bit-Anzahl – gegebenes Netz – Subnetz- Bits = 32 Bits – 12 Bits – 4 Bits = 16 Bits

Netz	Subnetze	Hosts
12	4	16

Übungen zu Teilnetzen

Übung Teilnetze 1:

Angenommen, Sie haben den Adressblock **132.45.0.0/16** zugewiesen bekommen und müssen **8 Teilnetze** anlegen.

1. Wie viele binäre Ziffern benötigen Sie, um acht Teilnetze zu definieren.
2. Geben Sie das erweiterte Netzwerkpräfix an, mit dem Sie acht Teilnetze erzeugen können.
3. Geben Sie die Teilnetze in binärer Form und in Dezimalpunkt-Schreibweise an:

Teilnetz	Dual (die letzten beiden Oktette)	Dezimal
Basis		
0		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

4. Geben Sie die ersten beiden Rechneradressen an, den Teilnetz 3 (**132.45.96.0/19**) hat. Sowie die letzte Rechneradresse an.

Rechner	Dual (die letzten beiden Oktette)	Dezimal
Teilnetz 3		
Rechner #1		
Rechner #2		
Rechner #last		

5. Geben Sie die Broadcast-Adresse für **Teilnetz 3 (132.45.96.0/19)** an:
6. Wie viele Rechneradressen liegen in einem der Teilnetze?

Übung Teilnetze 2

1. Angenommen, Sie haben den Adressblock **200.35.1.0/24** zugewiesen bekommen. Geben Sie ein Netzwerkpräfix an, mit dem Sie **20 Rechner pro Teilnetz** anlegen können:
2. Geben Sie die **maximale Anzahl von Rechnern in jedem Teilnetz** an:
3. Wie groß ist die **maximale Anzahl von Teilnetzen**, die definiert werden kann:
4. Geben Sie die Teilnetze von **200.35.1.0/24** in binärer Form und in Dezimalpunkt-Schreibweise an:

Teilnetz	Dual (die letzten beiden Oktette)	Dezimal
Basis		
0		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

5. Geben Sie den Bereich der Rechneradressen an, der Teilnetz 6 (**200.35.1.192/27**) zugewiesen werden kann:

Rechner	Dual (die letzten beiden Oktette)	Dezimal
Teilnetz 6		
Rechner #1		
Rechner #2		
.		
Rechner #20		
.		
Rechner #30		

6. Geben Sie die Broadcast-Adresse für das Teilnetz **200.35.1.192/27** an:

Weiterführende Inhalte

In einer klassenlosen Umgebung kann der ISP den Adressraum nach Belieben aufteilen. Er kann den Adressraum halbieren und den einen Teil der Organisation A zuweisen. Den Rest kann er wieder halbieren (d.h. je ein Viertel des ursprünglichen Adressraumes) und einen Teil der Organisation B zuweisen. Das restliche Viertel kann wiederum in zwei Teile geteilt werden (je ein Achtel des ursprünglichen Adressraumes) und zwei Organisationen C und D zugewiesen werden. Jede der Organisationen kann den zugewiesenen Adressbereich innerhalb ihres "Intranet" nach Bedarf zuweisen. Dies wird in Abbildung 2 dargestellt.

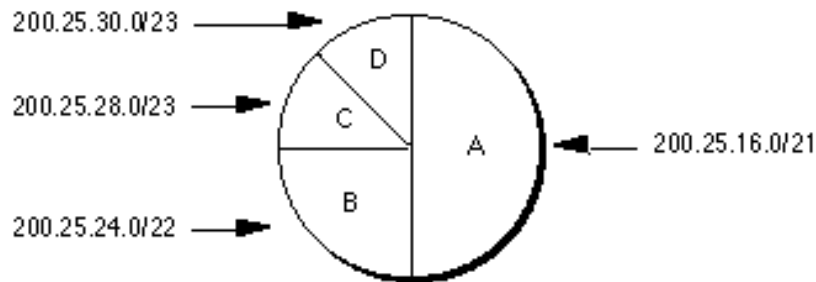


Abbildung 2: Aufteilen der Adressen - Klassenlose Umgebung

1. Schritt: Aufteilen des Adressblocks 200.25.16.0/20 in zwei gleich große Teile. Jeder der Blöcke stellt die Hälfte des Adressraumes oder 2048 (2^{11}) IP-Adressen dar.

ISP's Block	11001000.00011001.00010000.00000000	200.25.16.0/20
Organisation A:	11001000.00011001.00010000.00000000	200.25.16.0/21
Reserviert:	11001000.00011001.00011000.00000000	200.25.24.0/21

2. Schritt: Teilen des reservierten Blockes (200.25.24.0/21) in zwei gleich große Teile. Jeder der Blöcke stellt ein Viertel des Adressraumes oder 1024 (2^{10}) IP-Adressen dar.

Reserviert:	11001000.00011001.00011000.00000000	200.25.24.0/21
Organisation B:	11001000.00011001.00011000.00000000	200.25.24.0/22
Reserviert:	11001000.00011001.00011100.00000000	200.25.28.0/22

3. Schritt: Teilen des reservierten Blockes (200.25.28.0/20) in zwei gleich große Teile. Jeder der Blöcke stellt ein Achtel des Adressraumes oder 512 (2^9) IP-Adressen dar.

Reserviert:	11001000.00011001.00011100.00000000	200.25.28.0/22
Organisation C:	11001000.00011001.00011100.00000000	200.25.28.0/23
Organisation D:	11001000.00011001.00011110.00000000	200.25.30.0/23