

IP Rechnen

Autor: Schmid Tobias

Datum: 21.03.2016

Typ: Information

Version: 1.0

Inhaltsverzeichnis

INHALT	
1	Einleitung..... 3
1.1	Grundlagen 3
1.2	Binär in Dezimal umrechnen..... 5
1.2.1	Dezimal in Binär 5
1.2.2	Binär in Dezimal 5
2	Netzklassen (Classful)..... 6
2.1	Klasse A - Netzwerk 8
2.2	Klasse B Netzwerk 8
2.3	Klasse C Netzwerk 9
2.4	Anzahl mögliche Netzwerke und Hosts..... 9
2.5	Spezielle Netzwerke 10
2.6	Private Netzwerke 10
3	IP Rechnen..... 11
3.1	Beispiel eins: 11
3.1.1	Als erstes bestimmen wir die Klasse 11
3.1.2	Wir bestimmen den Netzwerkanteil und den Hostanteil 11
3.1.3	Die Anzahl Netzwerke kann wie folgt berechnet werden: 12
3.1.4	Die Anzahl der möglichen Hostadressen kann wie folgt berechnet werden: 12
3.1.5	Hinweis: 12
3.2	Beispiel Zwei: 13
3.3	Hinweis zu Subnetzmaske 13
3.4	Probleme Classful Addressing 13
4	Classless Netzwerke 14
4.1	Subnetz und Supernetz 14
4.2	Host-ID 15
4.3	Beispiele..... 15
4.3.1	VSLM..... 15
4.4	CIDR 15
4.5	Klasse 15
4.6	Hostanzahl 16
4.7	Anzahl Subnetze 16
4.8	Netz-ID 16
4.9	Broadcast Adresse..... 16
4.10	Tools 16

1 Einleitung

Die nachfolgenden Seiten sollen Ihnen helfen, das binäre Verständnis zu festigen und daraus IP Berechnungen durchzuführen.

1.1 Grundlagen

IPv4

IPv4 (Internet Protocol Version 4), vor der Entwicklung von IPv6 einfach IP, ist die vierte Version des Internet Protocols (IP). Es war die erste Version des Internet Protocols, welche weltweit verbreitet und eingesetzt wurde, und bildet eine wichtige technische Grundlage des Internets. Es wurde in RFC 791 im Jahr 1981 definiert.

Erst mal ein paar Informationen als Grundwissen.

Wir arbeiten mit IP V4. IP V4 ist 32bit gross (aufgeteilt in 4 Oktetts zu 8 Bit) und kann dezimal oder binär dargestellt werden

Dezimale Darstellung

192.168.0.23

Binäre Darstellung

11000000.10101000.00000000. 00010111

IPv6

Das Internet Protocol Version 6 (IPv6), früher auch Internet Protocol next Generation (IPng) genannt, ist ein von der Internet Engineering Task Force (IETF) seit 1998 standardisiertes Verfahren zur Übertragung von Daten in paketvermittelnden Rechnernetzen, insbesondere dem Internet. In diesen Netzen werden die Daten in Paketen versendet, in welchen nach einem Schichtenmodell Steuerinformationen verschiedener Netzwerkprotokolle ineinander verschachtelt um die eigentlichen Nutzdaten herum übertragen werden. IPv6 stellt als Protokoll der Vermittlungsschicht (Schicht 3 des OSI-Modells) im Rahmen der Internetprotokollfamilie eine über Teilnetze hinweg gültige 128-Bit-Adressierung der beteiligten Netzwerkelemente (Rechner oder Router) her. Ferner regelt es unter Verwendung dieser Adressen den Vorgang der Paketweiterleitung zwischen Teilnetzen (Routing). Die Teilnetze können so mit verschiedenen Protokollen unterer Schichten betrieben werden, die deren unterschiedlichen physikalischen und administrativen Gegebenheiten Rechnung tragen.

Im Internet soll IPv6 in den nächsten Jahren die gegenwärtig noch überwiegend genutzte Version 4 des Internet Protocols ablösen, da es eine deutlich größere Zahl möglicher Adressen bietet, die bei IPv4 zu erschöpfen drohen. Kritiker befürchten ein Zurückdrängen der Anonymität im Internet durch die nun mögliche zeitlich stabilere und weiter reichende öffentliche Adressierung.[1] Befürworter bemängeln die zögerliche Einführung von IPv6 angesichts der ausgelaufenen IPv4-Adressvergabe in allen Kontinenten bis auf Afrika.[2] Zugriffe auf Google von Nutzern aus Deutschland verwenden zu 20 % IPv6 (Stand März 2016).

Hexadezimale Darstellung

2001:0db8:85a3:08d3:1319:8a2e:0370:7344

1.2 Binär in Dezimal umrechnen

Um mit IP-Adressen rechnen zu können, muss verstanden werden, wie man vom dezimalen System ins Binäre umrechnen kann und umgekehrt.

Hier ein Beispiel:

172.16.1.150 ist in Binär: 10101100.00001000.00000001.10010110

1.2.1 Dezimal in Binär

- 1 Zahl durch 2 teilen
- 2 Den Rest der Division aufschreiben
- 3 Falls das Ergebnis nicht 0 ist, dann wieder zu Schritt 1

Zahl	Quotient	Rest
172:2	86	0
86:2	43	0
43:2	21	1
21:2	10	1
10:2	5	0
5:2	2	1
2:2	1	0
1:2	0	1

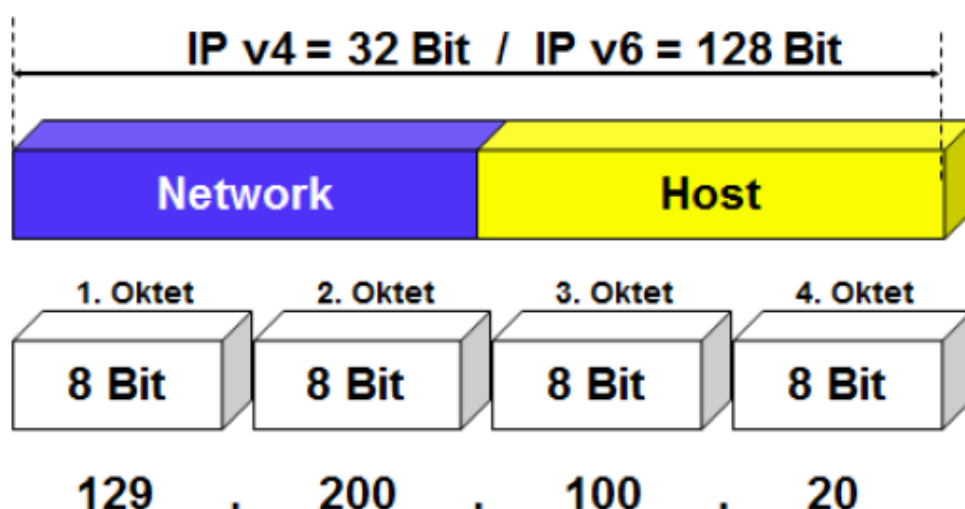
Den Rest jetzt noch von unten nach oben lesen und schon haben Sie die erste Zahl in eine binäre Zahl umgewandelt.

172 = 10101100

1.2.2 Binär in Dezimal

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Wert	2^7	2^6	2^5	2^4	3	2^2	2^1	2^0
Zahl 172	1	0	1	0	1	1	0	0
	128		32		8	4		

Ergebnis = $128 + 32 + 8 + 4 = 172$



IP-Adresse	192.168.0.	23	→	11000000.10101000.00000000.	00010111
Subnetzmaske	255.255.255.	0	→	11111111.11111111.11111111.	00000000
	<i>Netzanteil</i>	<i>Hostanteil</i>		<i>Netzanteil</i>	<i>Hostanteil</i>

Die IP-Adresse ist in einen Netzwerkteil und einen Hostteil unterteilt. Vergleichbar mit der Telefonvorwahl 041 / 123 45 67 wobei die Vorwahl 041 der Netzwerkadresse (blau) entspricht und die Telefonnummer 123 45 67 dem Hostteil (gelb).

2 Netzklassen (Classful)

Entscheidend für die entsprechende Klasse ist nicht die Subnetzmaske sondern nur das erste Oktett.

Schauen wir von der IP-Adresse das erste Oktett genauer an, sehen wir, dass die ersten Ziffern bei der Darstellung in Binär massgebend sind für die Zuordnung der Klassen:

Ist die erste Ziffer eine 0 handelt es sich um die Klasse A

Ist die erste Ziffer eine 1 und die Zweite eine 0, sind wir in der Klasse B

Und so weiter:

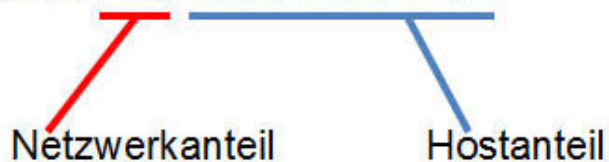
Adr.-Klasse	Erste Zahl (dezimal)	Erste Zahl (binär)	Subnetz-Maske	Anz. Netze, Hosts	Verwendung
A	(0),1 – 127	00000000 – 01111111	255.0.0.0	128 Netze (2^7) 16 Mio. Hosts/Netz(2^{24})	für Host-Netzwerke
B	128 – 191	10000000 – 10111111	255.255.0.0	16384 Netze (2^{14}) 65534 Hosts/Netz($2^{16}-2$)	für Host-Netzwerke
C	192 – 223	11000000 – 11011111	255.255.255.0	~2 Mio. Netze (2^{21}) 254 Hosts/Netz (2^8-2)	für Host-Netzwerke
D	224 – 239	11100000 – 11101111	Keine		f. Multicast-Gruppen
E	240 – 255	11110000 – 11110111	keine		Experimentell Nicht nutzen!

IP-Netzklassen				
Bit 31-28	27-24	23-16	15-8	7-0
Class A: Netze 0.0.0.0/8 bis 127.255.255.255				
0 ... 8-Bit-Netz		24-Bit-Host		
Class B: Netze 128.0.0.0/16 bis 191.255.255.255				
1 0 ... 16-Bit-Netz			16-Bit-Host	
Class C: Netze 192.0.0.0/24 bis 223.255.255.255				
1 1 0 ... 24-Bit-Netz				8-Bit-Host
Class D: Multicast-Gruppen 224.0.0.0/4 bis 239.255.255.255				
1 1 1 0		28-Bit-Multicast-Gruppen-ID		
Class E: Reserviert 240.0.0.0/4 bis 255.255.255.255				
1 1 1 1		28 Bit reserviert für zukünftige Anwendungen		

2.1 Klasse A - Netzwerk

Subnetzmaske 255.0.0.0

IP-Adresse 10.168.178.125



Klasse A Netzwerk

Subnetzmaske: Der erste Zahlenblock

Netzwerkkenung: 10.0.0.0

Netzwerk-ID: 10.

Host-ID: 168.178.125

Zum Netzwerk gehören: 10.0.0.1 – 10.255.255.254

2.2 Klasse B Netzwerk

Klasse B Netzwerk

Subnetzmaske 255.255.0.0

IP-Adresse 128-191.XXX.YYY.ZZZ



Subnetzmaske: Die ersten beiden Zahlenblöcke

Anzahl Netzwerke: 16382

Anzahl Hosts: 65534 je Netzwerk

Zum Netzwerk gehören: 128.1.0.1 – 191.254.255.254

2.3 Klasse C Netzwerk



Subnetzmaske: Die ersten drei Zahlenblöcke

Anzahl Netzwerke: 2097152

Anzahl Hosts: 254 je Netzwerk

Zum Netzwerk gehören: 192.0.1.1 – 223.255.254.254

2.4 Anzahl mögliche Netzwerke und Hosts

<u>Klasse</u>	<u>Network</u>	<u>Hosts</u>
A	126	16'777'214
B	16'382	65'534
C	2'097'150	254

In diesem Bild werden nur die Nutzbaren IP-Adressen und Nutzbaren Netzwerke aufgezählt. Darum unterscheiden sich die Zahlen der vorigen Tabelle.

2.5 Spezielle Netzwerke

Adressblock (Prefix)	Verwendung	Referenz
0.0.0.0/8	Das vorliegende Netzwerk	RFC 1122
10.0.0.0/8	1x Privates Netzwerk der Klasse A	RFC 1918
100.64.0.0/10	Shared Transition Space	RFC 6598
127.0.0.0/8	Loopback (Lokaler Computer)	RFC 1122
169.254.0.0/16	Privates Netzwerk (link local), APIPA	RFC 3927
172.16.0.0/12	16x Private Netzwerke der Klasse B	RFC 1918
192.0.0.0/24	IETF Protocol Assignments	RFC 6890
192.0.2.0/24	Test-Netzwerke	RFC 6890
192.88.99.0/24	IPv6 zu IPv4 Relay	RFC 3068
192.168.0.0/16	256x Private Netzwerke der Klasse C	RFC 1918
198.18.0.0/15	Netzwerk-Benchmark-Tests	RFC 2544
198.51.100.0/24	Test-Netzwerke	RFC 6890
203.0.113.0/24	Test-Netzwerke	RFC 6890
224.0.0.0/4	Multicasts (ehemals Klasse-D-Netzwerk)	RFC 3171
240.0.0.0/4	Reserviert (ehemals Klasse-E-Netzwerk)	RFC 1700
255.255.255.255/32	Limited Broadcast	RFC 919 , RFC 922

127.0.0.0 – 127.255.255.255 ist für localhost für Loopback-Devices

Bei IPv6 wird für den gleichen Effekt die Notation ::1 verwendet.

2.6 Private Netzwerke

Aus jeder Klasse gibt es einen Bereich, der vom Internet her nicht geroutet wird (RFC1918). Diese Adressen dürfen beliebig genutzt werden. Die Verantwortung für die Richtigkeit bleibt beim jeweiligen Administrator.

Adressbereich	Klassenbeschreibung	größter CIDR-Block	Anzahl IP-Adressen
10.0.0.0–10.255.255.255	1 Klasse-A -Netz	10.0.0.0/8	$2^{24} = 16.777.216$
172.16.0.0–172.31.255.255	16 Klasse-B -Netze	172.16.0.0/12	$2^{20} = 1.048.576$
192.168.0.0–192.168.255.255	256 Klasse-C -Netze	192.168.0.0/16	$2^{16} = 65.536$
169.254.0.0–169.254.255.255	link local, 1 Klasse-B -Netz	169.254.0.0/16	$2^{16} = 65.536$

3 IP Rechnen

3.1 Beispiel eins:

Wir haben folgende IP Adresse: 192.168.100.0

Subnetzadresse 255.255.255.0

3.1.1 Als erstes bestimmen wir die Klasse

Wir schauen uns dazu das erste Oktett an

192 1100 0000

Sobald die ersten beiden Bits auf 1 sind, gehört diese IP Adresse im Klassenbehafteten Netzwerk zu Klasse C.

3.1.2 Wir bestimmen den Netzwerkanteil und den Hostanteil

192	168	100	0
255	255	255	0
Netzwerkanteil			Hostanteil

Allgemein kann man sagen, dass überall dort, wo eine „eins“ in der Subnetzmaske steht, dieser Teil der Netzwerkanteil darstellt.

192	168	100	0
1100000	10101000	01100100	00000000
255	255	255	0
11111111	11111111	11111111	00000000
Netzwerkanteil			Hostanteil

Netzwerkanteil

Der Netzwerkanteil sagt aus, in welchem Netzwerk wir uns befinden.

Hostanteil

Der Hostanteil zeigt uns, wie viele möglichen IP Adressen innerhalb des Netzwerkes verwendet werden können.

3.1.3 Die Anzahl Netzwerke kann wie folgt berechnet werden:

Anzahl Netze = 2 hoch Anzahl Netzwerkbits

Beispiel: 2^{24}

Früher wurden das erste und letzte Netzwerk abgezogen. Deshalb ergab sich folgende Formel

Beispiel: $2^{24} - 2$ (erstes und letztes Netzwerk)

3.1.4 Die Anzahl der möglichen Hostadressen kann wie folgt berechnet werden:

Anzahl Hosts = 2 hoch Anzahl Hostbits – 2 (Netz-ID und Broadcast)

Beispiel: $2^8 - 2 \rightarrow$ in unserem Fall $256 - 2 = 254$ nutzbare IP Adressen

3.1.5 Hinweis:

Bei den Hosts werden immer die erste und die letzte IP Adresse abgezogen. Die erste IP Adresse steht für das Netzwerk und die letzte IP Adresse für den Broadcast.

3.2 Beispiel Zwei:

Wir haben folgende IP Adresse: 10.120.0.0

Subnetzadresse 255.0.0.0

10	120	0	0
00001010	01111000	00000000	00000000
255	0	0	0
11111111	00000000	00000000	00000000
Netzwerkanteil	Hostanteil		

Anzahl Netzwerke

Beispiel: $2^8 \rightarrow 128$

Anzahl Hosts

Beispiel: $2^{24} - 2 = 16\,777\,214$

3.3 Hinweis zu Subnetzmaske

In der Praxis werden oft die Subnetzmasken nicht ausgeschrieben, sondern mit einem Prefix abgekürzt. Dabei wird im Prefix dargestellt, wie viele 1 in der Subnetzmaske vorhanden sind.

Beispiel

Subnetzmaske	Prefix
255.0.0.0	/8
255.255.0.0	/16
255.255.255.0	/24

3.4 Probleme Classful Addressing

Diese Lehre der Netzklassen führt oft jedoch nur zu Verwirrung, da sie mit der Einführung von CIDR überholt ist. Sie hat heute fast keine praxisrelevante Bedeutung mehr, da die Größe eines Netzes nicht mehr nur aus der IP-Adresse abzuleiten ist, sondern zwingend die Angabe einer Netzmaske erforderlich ist. Die Technik, die dahintersteckt, nennt man VLSM.

4 Classless Netzwerke

Classless Inter-Domain Routing (**CIDR**) beschreibt ein Verfahren zur effizienteren Nutzung des bestehenden 32-Bit-IP-Adress-Raumes für IPv4. Es wurde 1993 eingeführt (RFC 1518, RFC 1519, RFC 4632), um die Größe von Routingtabellen zu reduzieren und um 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. Dazu verwendet man häufig eine Netzmaske.

VLSM (Variable Length of Subnet Mask) ist eine Subnetzmaske mit variabler Länge. Sie wurde erstmals 1985 im RFC 950 dokumentiert und 1993 als Classless Inter-Domain Routing (CIDR) im Internet eingeführt (RFC 1518, RFC 1519).

VLSM ist ein erweitertes Subnetting. Dieses Verfahren erlaubt eine effizientere Nutzung von Subnetzen mit dem Hintergrund, weniger Ressourcen zu „verschwenden“. Realisiert wird dies durch die Zuweisung von individuellen Teilnetzmasken an die vorher erstellten Teilnetze (Subnet).

Durch mehrfache, verschachtelte Teilung des Adressbereiches entsteht ein verschachteltes System von Adressblöcken, die jeweils eine minimale Größe haben. Diese reicht aus, um die jeweilig zugeordneten Subnetze mit ausreichend vielen IP-Adressen versorgen zu können.

Die Vorteile sind eine effektivere Nutzung von Adressbereichen, die Verkleinerung der Routing-Tabellen durch Classless Inter-Domain Routing und eine erhöhte Anzahl möglicher Subnetze.

Mögliches Beispiel

72.20.177.50 /19

Anzahl Hosts

Beispiel: $2^{13} - 2 \rightarrow 8190$ mögliche Hosts

4.1 Subnetz und Supernetz

Ein Subnetz verkleinert ein Netz. Wenn wir ein A-Klasse Netz mit der IP-Adresse 10.0.0.0/8 haben, werden wir dieses kaum so einsetzen, sondern in mehrere kleinere Netze aufteilen.

Wenn wir also ein Netz kleiner machen, als die Standardmaske der Klasse vorsieht, nennen wir das Subnetze oder Subnetzieren.

Der andere Fall ist, wenn wir z.B. zwei nebeneinanderliegende C-Netze zu einem grösseren Netz zusammenfassen wollen. Das nennen wir Supernetze.

Wir haben beispielsweise 192.168.0.0/24 und 192.168.1.0/24 und möchten diese zwei als eines mit 512 Hosts nutzen, dann vergrössern wir ein Standardnetz. Dieser Vorgang nennt man Supernetz oder Supernetting. Neu sieht dann unser Beispiel so aus: 192.168.0.0/23

4.2 Host-ID

Die Host-ID ist eine rein rechnerische ID, die ich all die vielen Jahre kaum in der Praxis gebraucht habe. Die Host-ID ist quasi die Telefonnummer ohne Vorwahl, also die IP-Adresse ohne Netz-ID. Gerechnet wird das auch genauso. Man rechnet die IP-Adresse minus die Netz-ID und bekommt die Host-ID

Host-ID	10	120	240	15
Netz-ID	10	0	0	0
Host-ID	0	120	240	15
	Netzwerkanteil	Hostanteil		

4.3 Beispiele

Als Ausgangslage nehmen wir folgende Daten:
10.200.100.50 mit 255.192.0.0

Das „angeschnittene“ Oktett ist in diesem Fall das zweite, also die 192. Die 192 wird binär mit 11000000 dargestellt. Es sind also zwei Bits gesetzt.

4.3.1 VSLM

Für die alternative Schreibweise resp. VLSM rechnen wir die 8 Bits der Maske aus dem ersten Oktett dazu und erhalten die /10.

Oder wir wandeln die Subnetzmaske in ein binäres Format und zählen alle 1 zusammen und bekommen hier ebenfalls die 10 → als Prefix /10.

4.4 CIDR

Bei CIDR führte man als neue Notation so genannte Suffixe ein. 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.

Bei IPv6 ist die Notation gleich wie beim CIDR in IPv4 und besteht aus IPv6-Adresse und Präfixlänge (z. B. 2001:0DB8:0:CD30::1/60).

4.5 Klasse

Die Zahl aus dem ersten Oktett zeigt uns, aus welcher Klasse die IP-Adresse stammt. Wir schauen uns dabei das erste Oktett an:

10 → 00001010

Daraus folgt, die binäre Zahl beginnt mit 0 → also Klasse A

4.6 Hostanzahl

Dazu zählen wir die nicht gesetzten Bits (0) der Subnetzmaske oder ziehen von 32 die aus VLSM gefundenen 10 Bits ab. Die Zahl 32 kommt daher, dass total 32Bits in der Subnetzmaske möglich sind. Das ergibt 22. Diese nehmen wir als Exponent zur Basis 2 und das ergibt 2^{22} . Da wir die Netz-ID und Broadcastadresse nicht nutzen dürfen, zählen wir noch 2 ab und das ergibt unser Resultat für die Anz. Host im Subnetz: $2^{22}-2$.

4.7 Anzahl Subnetze

Hierzu brauchen wir wiederum die Subnetzmaske. Gesetz sind 10 Bits. Da die IP-Adresse aus der Klasse A stammt, wissen wir, dass normalerweise 8 Bits in der Maske definiert werden. Die Differenz der gesetzten 10 Bits zu den aus der Klasse A stammenden 8 Bits gibt 2. Diese 2 nehmen wir als Exponenten zur Basis 2 was das Resultat für die Anzahl gleich grosser Subnetze ergibt: 2^2 .

4.8 Netz-ID

Host-ID	10	200	100	50
	00001010	11001000	01100100	00110010
Subnetz	255	192	0	0
	11111111	11000000	00000000	00000000
	Netzwerkanteil	Hostanteil		

Die Subnetzmaske definiert das Netzwerk (Netz-ID). Hierzu sind in unserem Beispiel die ersten 10 Bits fix definiert.

Die Netz-ID bedeutet, dass die restlichen Bits auf 0 gestellt werden und stellt die erste IP Adresse im Bereich dar.

Subnetz	00001010	11000000	000000	000000
---------	----------	----------	--------	--------

Die Netz-ID in unserem Beispiel lautet: 10.192.0.0

4.9 Broadcast Adresse

Die Broadcast Adresse ist die letzte Adresse im Bereich. Hierzu werden die restlichen Bits der Hostadresse auf 1 gestellt.

Subnetz	00001010	11000000	000000	000000
	00001010	11111111	11111111	11111111

Broadcast 10.255.255.255

4.10 Tools

<http://www.schaffer-se.at/?q=node/10>