



SUBNETTING & SUPERNETTING

SUBNETTING	2
Theorie	2
Warum Subnetting?	2
Wie funktioniert Subnetting?	3
Schreibweise von IP-Adresse und Subnetzmaske	4
Aufbau einer IP Adresse	4
Classful IP Addressing	5
Variable Length Subnet Masks (VLSM)	6
Classless Inter-Domain Routing (CIDR)	6
Reservierte IP-Adressen und Subnetze	8
Subnetting Eine Aufgabe mit der Lösung.	9
SUPERNETTING	14
Beispiel Supernetting	14
BINÄRCODE	15
Schriftliche Addition	15
Schriftliche Subtraktion	16

Subnetting

Theorie

Die Aufteilung eines zusammenhängenden Adressraums von IP-Adressen in mehrere kleinere Adressräume nennt man Subnetting.

Ein Subnet, Subnetz bzw. Teilnetz ist ein physikalisches Segment eines Netzwerks, in dem IP-Adressen mit der gleichen Netzwerkadresse benutzt werden. Diese Teilnetze können mit Routern miteinander verbunden werden und bilden dann ein großes zusammenhängendes Netzwerk.

Warum Subnetting?

Wird die physikalische Netzstruktur bei der IP-Adressvergabe nicht berücksichtigt und die IP-Adressen wahllos vergeben, müssen alle Router in diesem Netzwerk wissen in welchem Teilnetz sich eine Adresse befindet. Oder sie leiten einfach alle Datenpakete weiter, in der Hoffnung, das Datenpaket kommt irgendwann am Ziel an. Dann müssen höhere Übertragungsprotokolle verloren geglaubte Datenpakete erneut anfordern bzw. senden. Das erhöht die Netzlast.

Kommt eine neue Station hinzu, dauert es sehr lange bis alle Router davon mitbekommen. Einzelne Stationen an den Rändern eines Netzwerkes laufen Gefahr nicht mehr erreichbar zu sein, weil am anderen Ende des Netzes ihre IP-Adresse nicht bekannt ist.

Um die Netzlast sinnvoll und geordnet zu verteilen, werden Netzwerke in Abhängigkeit der örtlichen Gegebenheiten und/oder nach organisatorischen Gesichtspunkten aufgeteilt. Dabei wird auch berücksichtigt, wie viele Netzwerkstationen sich innerhalb eines Subnetz befinden.

Die Berücksichtigung der physikalischen Netzstruktur durch die gezielte Vergabe von IP-Adressen und damit eine logische Zusammenfassung mehrerer Stationen zu einem Subnetz reduziert die Routing-Informationen auf die Angabe der Netzwerk-Adresse. Die Netzwerk-Adresse gewährleistet den Standort einer IP-Adresse in einem bestimmten Subnetz. Ein Router benötigt dann nur noch die Routing-Information zu diesem Subnetz und nicht zu allen einzelnen Stationen in diesem Subnetz. Der letzte Router, der in das Ziel-Subnetz routet ist dann für die Zustellung des IP-Datenpakets verantwortlich.

Wie funktioniert Subnetting?

Jede IP-Adresse teilt sich in Netz-Adresse und Host-Adresse. Die Subnetzmaske bestimmt, an welcher Stelle diese Trennung stattfindet. Die nachfolgende Tabelle enthält alle möglichen Subnetzmasken. Je nach verwendeter Netzwerk-Adresse und Subnetzmaske wird eine bestimmte Host-Anzahl in einem Subnetz adressierbar.

Hostanzahl	Subnetzmaske	32-Bit-Wert	Suffix
16.777.214	255.0.0.0	1111 1111 0000 0000 0000 0000 0000 0000	/8
8.388.606	255.128.0.0	1111 1111 1000 0000 0000 0000 0000 0000	/9
4.194.302	255.192.0.0	1111 1111 1100 0000 0000 0000 0000 0000	/10
2.097.150	255.224.0.0	1111 1111 1110 0000 0000 0000 0000 0000	/11
1.048.574	255.240.0.0	1111 1111 1111 0000 0000 0000 0000 0000	/12
524.286	255.248.0.0	1111 1111 1111 1000 0000 0000 0000 0000	/13
262.142	255.252.0.0	1111 1111 1111 1100 0000 0000 0000 0000	/14
131.070	255.254.0.0	1111 1111 1111 1110 0000 0000 0000 0000	/15
65.534	255.255.0.0	1111 1111 1111 1111 0000 0000 0000 0000	/16
32.766	255.255.128.0	1111 1111 1111 1111 1000 0000 0000 0000	/17
16.382	255.255.192.0	1111 1111 1111 1111 1100 0000 0000 0000	/18
8.190	255.255.224.0	1111 1111 1111 1111 1110 0000 0000 0000	/19
4.094	255.255.240.0	1111 1111 1111 1111 1111 0000 0000 0000	/20
2.046	255.255.248.0	1111 1111 1111 1111 1111 1000 0000 0000	/21
1.022	255.255.252.0	1111 1111 1111 1111 1111 1100 0000 0000	/22
510	255.255.254.0	1111 1111 1111 1111 1111 1110 0000 0000	/23
254	255.255.255.0	1111 1111 1111 1111 1111 1111 0000 0000	/24
126	255.255.255.128	1111 1111 1111 1111 1111 1111 1000 0000	/25
62	255.255.255.192	1111 1111 1111 1111 1111 1111 1100 0000	/26
30	255.255.255.224	1111 1111 1111 1111 1111 1111 1110 0000	/27
14	255.255.255.240	1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 0000	/28
6	255.255.255.248	1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1000	/29
2	255.255.255.252	1111 1111 1111 1111 1111 1111 1111 1100	/30

Hinweis: Jeweils die erste und letzte IP-Adresse eines IP-Adressbereichs (z. B. 192.168.0.0 bis 192.168.0.255) kennzeichnen die Netzwerk-Adresse (192.168.0.0) und Broadcast-Adresse (192.168.0.255). Diese Adressen können an keinen Host vergeben werden. Deshalb muss die Anzahl der IP-Adressen um zwei reduziert werden, damit man auf die richtige Anzahl nutzbarer IP-Adressen kommt.

Die 4 Dezimalzahlen jeder IP-Adresse entspricht einem 32-Bit-Wert. Die Subnetzmaske ist mit 32 Bit genauso lang, wie jede IP-Adresse. Jedes Bit der Subnetzmaske ist einem Bit einer IP-Adresse zugeordnet. Die Subnetzmaske besteht aus einer zusammenhängenden Folge von 1 und 0. An der Stelle, wo die Subnetzmaske von 1 auf 0 umspringt trennt sich die IP-Adresse in Netz-Adresse und Host-Adresse.

	Dezimale Darstellung				Binäre Darstellung (Bit)			
IP-Adresse	192	.168	.0	.1	1100 0000	1010 1000	0000 0000	0000 0001
Subnetzmaske	255	.255	.255	.0	1111 1111	1111 1111	1111 1111	0000 0000
Netz-Adresse	192	.168	.0	.0	1100 0000	1010 1000	0000 0000	0000 0000
Host-Adresse	0	.0	.0	.1	0000 0000	0000 0000	0000 0000	0000 0001
Broadcast-Adresse	192	.168	.0	.255	1100 0000	1010 1000	0000 0000	1111 1111

Die Subnetzmaske wird also wie eine Schablone auf die IP-Adresse gelegt um die Netz-Adresse und Host-Adresse herauszufinden. Die Informationen über die Netz-Adresse ist wichtig bei der Zustellung eines IP-Datenpakets. Ist die Netz-Adresse bei der Quell- und Ziel-Adresse gleich, wird das Datenpaket innerhalb des gleichen Subnetzes zugestellt. Sind die Netz-Adressen unterschiedlich muss das Datenpaket über das Standard-Gateway (Default-Gateway) in ein anderes Subnetz geroutet werden.

Schreibweise von IP-Adresse und Subnetzmaske

Es gibt zwei Formen der Schreibweise für die Subnetzmaske in Kombination mit der IP-Adresse.

IP-Adresse / Subnetzmaske	192.168.0.1 / 255.255.255.0
IP-Adresse / Suffix	192.168.0.1 / 24

Bei der ersten Schreibweise werden IP-Adresse und Subnetzmaske hintereinandergeschrieben. Bei der zweiten Schreibweise wird statt der Subnetzmaske der Suffix verwendet. Der Suffix nach der IP-Adresse gibt an, wie viele 1er innerhalb der Subnetzmaske in der Bit-Schreibweise nacheinander folgen. 24 bedeutet demnach 255.255.255.0.

Aufbau einer IP Adresse

Eine IP-Adresse besteht aus insgesamt 4 Oktetten a 8 bit (insg. 32 Bit Adresslänge). Diese werden dezimal notiert und durch Punkte getrennt. Dies nennt man „dotted notation“. z.B. 192.168.0.1
Die IP-Adresse splittet sich in 2 Teile auf. Sie besteht aus:

- Netzadresse (Net-ID)
- Hostadresse (Host-ID)

Dies kann man durchaus mit dem normalen Telefonnetz vergleichen. Die Ortsvorwahl wäre in diesem Falle die Netzadresse, und die Telefonnummer die Hostadresse.

Eine IP-Adresse ist hinter dem für uns Dargestellten binär, da ein Computer nur Nullen und Einsen versteht.

Binär sieht eine IP-Adresse wie folgt aus:

192.168.0.1
1100 0000.1010 1000.0000 0000.0000 0001

Nehmen wir das 1. Oktett als Beispiel für die binäre Darstellung. Wir wollen also die dezimale Zahl 192 binär darstellen.

Merke: Binär rechnet sich in Potenzen auf der Basis 2. Jenachdem an welcher Stelle eine 1 gesetzt wird, entspricht diese dem jeweiligen Dezimalwert einer Potenz auf der Basis von 2, z.B. eine 1 an der 8. Stelle von Rechts aus gesehen entspricht $2^7 = 128$.

Ein Oktett einer IP Adresse baut sich wie nachfolgend dargestellt wird auf. In dem Beispiel ist die Dezimalzahl 192 binär dargestellt.

Potenz	2^7	2^6	2^5	2^4	2^3	2^2	2^1	2^0
Dezimalwert	128	64	32	16	8	4	2	1
Zahl dezimal Bsp	192							
Darstellung binär	1	1	0	0	0	0	0	0

Gerechnet sieht das wie folgt aus. $128 + 64 = 192$

Classful IP Addressing

Bei der Einführung des Internet Protokolls im Jahre 1981 wurde das *Classful IP Addressing* (Klassifizierte IP-Adressierung) entwickelt. Dieses System teilte den gesamten IP-Adressraum in verschieden große Klassen auf. Ursprünglich waren das drei Klassen: *Class A*, *Class B* und *Class C*. Später kamen noch zwei Klassen namens *Class D* und *Class E* hinzu.

Die Zugehörigkeit einer IP-Adresse zu ihrer Klasse wird durch eine logische Aufteilung einer IP-Adresse in zwei Teile geregelt, der *Network-Number* und der *Host-Number*. Die *Network-Number* (auch oft bezeichnet als *Network Prefix*) definiert die Netzzugehörigkeit, während die *Host-Number* innerhalb des definierten Netzwerks für die Rechneradressierung zuständig ist. Die Länge der *Network-Prefix* wird durch die Klassenzugehörigkeit definiert.

- Class A**
 IP-Adressen aus dem Class A beginnen mit dem Bit 0 und die ersten 8 Bit der IP-Adresse sind die *Network Prefix*. Rein rechnerisch lassen sich so 128 einzelne Class-A-Netzwerke von 0.x.x.x bis 127.x.x.x mit jeweils 16.777.214 einzelnen IP-Adressen bilden, das erste und das letzte Class-A-Netzwerke sind jedoch für internet-technische Zwecke reserviert (0.0.0.0 wird für die Default-Routen verwendet und 127.0.0.0 für Loopback-Funktionen, also zur Adressierung des eigenen Rechners).
- Class B**
 IP-Adressen aus dem Class B beginnen mit der Bitfolge 1-0 und die ersten 16 Bits der IP-Adresse sind die *Network Prefix*. Damit lassen sich so 16.384 einzelne Class-B-Netzwerke von 128.0.x.x bis 191.255.x.x mit jeweils 65.534 einzelnen IP-Adressen bilden.
- Class C**
 IP-Adressen aus dem Class C beginnen mit der Bitfolge 1-1-0 und die ersten 24 Bits der IP-Adresse sind die *Network Prefix*. Damit lassen sich so 2.097.152 einzelne Class-C-Netzwerke von 192.0.0.x bis 223.255.255.x mit jeweils 254 einzelnen IP-Adressen bilden.
- Class D**
 IP-Adressen aus dem Class D beginnen mit der Bitfolge 1-1-1-0 und der Adressbereich liegt zwischen 224.x.x.x und 239.x.x.x. Dieser Adressbereich ist für Multicasting-Anwendungen reserviert.
- Class E**
 IP-Adressen aus dem Class E beginnen mit der Bitfolge 1-1-1-1 und der Adressbereich liegt zwischen 240.x.x.x und 255.x.x.x. Dieser Adressbereich ist für experimentelle und zukünftige Anwendungen reserviert.

Die Entwickler dieses Systems haben in ihrem zweifellos genialen Adressierungsschema allerdings nicht die Erfolgsgeschichte des Internet und den zukünftigen Bedarf an IP-Adressen erahnen können.

So zeigte sich im Laufe der Zeit, dass zwischen den Class-B- und Class-C-Netzen noch eine logische Größe fehlte. Bei größeren Netzwerken mit einem Adressbedarf von 10.000 IP-Adressen war dann die einzig praktikable Schlussfolgerung, solchen Netzwerken ein Class-B-Netz zu vergeben, anstelle von vielen Class-C-Netzen. Dies hatte zur Folge, dass die Zahl der noch verfügbaren Class-B-Netze dramatisch abnahm und deswegen immer stärker Class-C-Netze vergeben wurden. Dies wiederum hatte den Nachteil, dass dadurch die Routing-Tabellen immer komplexer wurden. (Siehe zum Thema Routing auch:

Variable Length Subnet Masks (VLSM)

Im Jahr 1987 wurden im RFC 1009 die *Variable Length Subnet Masks* (Variabel lange Subnetzmasken) eingeführt. Dieses neue Verfahren behob den Missstand, dass innerhalb eines Netzes nur eine Subnetzmaske verwendet werden konnte und ermöglichte die individuelle Aufteilung von zugeteilten Netzen.



VLSM bezieht sich hierbei wiederum nur auf die organisationsinterne Verwaltung; im globalen Routing spielen diese verfeinerten Subnetzaufteilungen keine Rolle. Umso mehr erleichtert und verbessert VLSM die Nutzung des zugeteilten Adressbereichs innerhalb der Organisation, da Subnetze effizienter gestaltet werden konnten und darüber hinaus Routing-Informationen organisationsintern auf Unternetze delegiert werden konnten. VLSM verbesserte somit die Ausnutzung zugeteilter Subnetze enorm.

Trotz VLSM stieg der Bedarf nach freien IP-Adressen und Subnetzen immer stärker an, nicht zuletzt auch durch den Erfolg des World Wide Web und der aufkommenden Beliebtheit des Internet. Die schlagartig aufkommende Zahl von Webservern und Einwahlzugängen ließen so den Bedarf an IP-Adressen explosionsartig steigen und es wurde befürchtet, dass der gesamte IP-Adressraum schon in wenigen Jahren erschöpft sein könnte. Neben diesem Problem kämpften Provider zusätzlich mit den immer größer werdenden Routing-Tabellen.

Diese Entwicklungen führten dazu, dass 1992 die Teilnehmer der IETF, die *Internet Engineering Task Force* (siehe hierzu auch Standardisierung im Internet), entsprechende Überlegungen anstellten, wie diese Probleme mittel- und langfristig gelöst werden könnten. Als langfristiges Ziel wurde die Entwicklung eines neuen Internetprotokolls forciert, dem *Internet Protocol Version 6* oder kurz: *IPv6*. Mittelfristiges Ziel war das Überbordwerfen von Altlasten beim aktuellen Internetprotokoll, nämlich den Klassen:

Classless Inter-Domain Routing (CIDR)

Das Classless Inter-Domain Routing ("Klassenloses übergreifendes Routing") wurde im September 1993 in den RFC 1517 bis 1520 dokumentiert. Diese Entwicklung erfolgte dabei in einer wahren Rekordzeit, da allgemein befürchtet wurde, dass die ersten Schwierigkeiten mit dem bisherigen Subnetzsystem bereits 1994 oder 1995 auftreten würden.

CIDR besitzt zwei grundlegende Eigenschaften:

- Das Klassenschema, also einer der Grundpfeiler der ursprünglichen Definition des Internetprotokolls, wurde komplett und ersatzlos über Bord geworfen, so dass nun auch bisherige Class-A-Netzwerke auch innerhalb des Internet und außerhalb von Organisationen in kleinere Subnetze aufteilt werden konnten.
- Das Zusammenfassen von einzelnen Routen zu einem einzigen Routing-Eintrag, um auf diese Weise die globalen Routing-Tabellen grundlegend neu zu strukturieren und zu verkleinern.

Die Abschaffung des Klassenschemas sprengte buchstäblich die Ketten, die die IP-Adressierung bis dato fesselten. Bisher reservierte Class-A-Netzwerke konnten nun von den Regional Internet Registries effizient zur Vergabe von Subnetzen an Provider genutzt werden, die dann diese Subnetze ohne Einschränkungen in verschieden große Subnetze aufteilen konnten. Regional Internet Registries können nun Provider beispielsweise ein /20-Adressblock zuweisen, die diesen Block, je nach Bedarf, frei "portionieren" können. So kann dem Kunden A daraus ein /24-Adressblock, Kunde B ein /29-Block etc. zugewiesen werden, ohne dass es zu Über- oder Unterschneidungen im Adressblock kommt. Die Verwaltung des IP-Adressraums wurde somit für alle Beteiligten erheblich übersichtlicher und transparenter, obwohl nun bei jedem Subnetz die Angabe der entsprechenden Subnetzmaske Pflicht wurde, um so die Größe des jeweiligen Subnetzes definieren zu können.

Die frappierende Ähnlichkeit von CIDR und VLSM ist übrigens nicht zufällig, sondern durchaus eine gewollte Weiterentwicklung einer bewährten Idee. Während die flexiblen Subnetzaufteilungen von VLSM nur innerhalb einer Organisation bekannt waren und das Internet weiterhin nur das gesamte, der Organisation zugeteilte Subnetz kannte, ermöglicht CIDR auch die Bekanntgabe der organisationsinternen Subnetze nach außen zum Internet hin.

Um diese neue Flexibilität nicht mit völlig aus den Fugen geratenden Routing Tabellen zu bezahlen, die so groß sein würden, dass das Internet schlicht nicht mehr funktionieren würde, bezog sich das zweite Konzept von CIDR auf das Zusammenfassen von Routen zu autonomen Netzwerken. Vereinfacht gesagt bedeutet dies, dass Organisationen, die einen IP-Adressblock zugewiesen bekommen haben, diesen autonom verwalten und aufteilen können, nach außen jedoch nur den gesamten IP-Adressblock propagieren.

Vergleichbar ist dies mit der Briefverteilung im herkömmlichen Postverkehr. Wenn Sie beispielsweise einen einfachen Brief an eine Adresse in Pforzheim schicken möchten, schreiben Sie auf den Brief zwar die vollständige Zieladresse, dennoch wird kein Postbediensteter Ihren Brief von Ihrem Ort bis nach Pforzheim tragen. Vielmehr wird Ihr Brief zum Briefverteilzentrum Ihrer Postleitzahlregion geliefert, dort für die Lieferung an die Postleitzahlregion 75 (für Pforzheim) sortiert und gesammelt mit allen anderen Briefen transportiert, die ebenfalls in die Region 75 gehen sollen.

Das Briefverteilzentrum in Pforzheim ist also bundesweit dafür bekannt, dass es die Stelle in Deutschland ist, die autonom Briefe für die Postleitzahlregion 75 verarbeiten kann. Schematisch gesehen "propagiert" also dieses Briefverteilzentrum die gesamte Postleitzahlregion 75 im Briefverkehr der Deutschen Post AG. Niemand (außer dem Briefverteilzentrum Pforzheim natürlich) muss also genau wissen, wie ein Brief in die Bahnhofstrasse nach 75172 Pforzheim transportiert wird.

Es genügt, wenn er korrekt adressiert ist und im zuständigen Briefverteilzentrum 75 landet, da man hier genau weiß, wie ein entsprechend adressierter Brief in den Postleitzahlbezirk 75172 und dort in die Bahnhofstrasse transportiert werden muss.

Schematisch ähnlich verläuft das Routing mit dem Routing-Tabellenschema, wie es mit CIDR eingeführt wurde. Der oder die zentrale(n) Router einer Organisation mit einem autonomen IP-Adressblock propagieren ihren gesamten Adressblock im Idealfall mit einem einzigen Routing-Eintrag und geben damit allen anderen zentralen Router aller Organisationen mit eigenen, autonomen IP-Adressblöcken genug Informationen, wohin der Datenverkehr zu einer bestimmten IP-Adresse zur Weitergabe gesendet werden muss.

Reservierte IP-Adressen und Subnetze

Im theoretisch möglichen Adressbereich sind bestimmte IP-Adressen und Subnetze für spezielle Anwendungen gesperrt. Die Kenntnis dieser Ausnahmen ist wichtig, um Falschkonfigurationen und Designfehler zu erkennen und zu vermeiden.

- **Erste und letzte IP-Adresse eines Subnetzes**
Die erste und die letzte IP-Adresse eines definierten Subnetzes sind jeweils die Subnetz-Adresse beziehungsweise die Broadcast-Adresse. Die Subnetz-Adresse definiert das Subnetz, während die Broadcast-Adresse dazu dient, alle Adressen im Subnetz gleichzeitig ansprechen zu können.
- **0.0.0.0/8** (0.0.0.0 bis 0.255.255.255)
IP-Adressen in diesem Bereich dienen als so genannte "Standard-Routen", stehen also für das Subnetz selbst.
- **10.0.0.0/8** (10.0.0.0 bis 10.255.255.255)
Dieser komplette /8-Bereich ist reserviert für private Netzwerke. Alle IP-Adressen aus diesem Bereich werden nicht im Internet geroutet und dienen dazu, interne Netzwerke aufzubauen, ohne dafür öffentliche IP-Adressen zu benötigen.
- **127.0.0.0/8** (127.0.0.0 bis 127.255.255.255)
IP-Adressen aus diesem Bereich sind reserviert für den so genannten *Local Loop*. Damit ist für gewöhnlich der eigene Rechner gemeint. Wenn Sie also beispielsweise von Ihrem eigenen Rechner eine IP-Adresse aus diesem Bereich anpingen, bekommen Sie die Antwort von Ihrem eigenen Rechner.
- **169.254.0.0/16** (169.254.0.0 bis 169.254.255.255)
IP-Adressen aus diesem Bereich sind reserviert für den so genannten *Local Link*. Adressen aus diesem Bereich werden genutzt, wenn Rechner in einem gemeinsamen Netz miteinander kommunizieren sollen. Diesen Adressbereich nutzen beispielsweise Rechner, wenn sie eine IP-Adresse automatisch von einem DHCP-Server beziehen sollen, diesen aber nicht finden.
- **172.16.0.0/12** (172.16.0.0 bis 172.31.255.255)
Ebenfalls ein Adressbereich, der für die Nutzung in privaten Netzwerken reserviert ist und nicht im Internet geroutet wird.
- **192.168.0.0/16** (192.168.0.0 bis 192.168.255.255)
Ebenfalls ein Adressbereich, der für die Nutzung in privaten Netzwerken reserviert ist und nicht im Internet geroutet wird.

Subnetting | Eine Aufgabe mit der Lösung.

Szenario:

Die Mitarbeiter einer Abteilung bekommen für Ihre PCs das Netz 192.168.168.0/24

D.h. der Abteilung stehen 256 IP Adressen zur Verfügung:

1 IP Adresse für die [Netzwerkadresse](#): 192.168.168.0 (erste IP)

1 IP Adresse für Broadcast: 192.168.168.255 (letzte IP)

254 IP Adressen für PCs, Netzwerkdrucker, etc.: 192.168.168.1 - 192.168.168.254

Nehmen wir an, die Abteilung wird in 4 kleinere Abteilungen unterteilt.

Dabei soll jede Abteilung eigenes Netz haben.

Gegeben

1 Netz:

IP: 192.168.168.0

Netzmaske: 255.255.255.0

(Oder anders geschrieben: 192.168.168.0/24)

Aufgabe

Das vorhandene Netz in 4 Subnetze unterteilen.

D.h. jede Abteilung soll ein eigenes Subnetz haben.

Ip-Adresse: 192.168.168.0
Netzmaske: 255.255.255.0

Netzanteil

Hostanteil



Schritt 1

Damit ein Netz in kleinere Subnetze unterteilt werden kann, soll der Netzanteil um bestimmte Anzahl von bits in der Netzmaske erweitert werden.

Im ersten Schritt wird also diese Anzahl von bits berechnet.

Die Anzahl der notwendigen bits ist von der Anzahl der notwendigen Subnetze abhängig.



Anzahl von bits:	1	2	3	4	5	6	7	8	...
Anzahl der Subnetze:	2	4	8	16	32	64	128	256	...

Mit 1 bit können $2^1 = 2$ Subnetze aufgebaut werden.
Es sind aber 4 Subnetze notwendig.

Mit 2 bits können $2^2 = 4$ Subnetze aufgebaut werden.



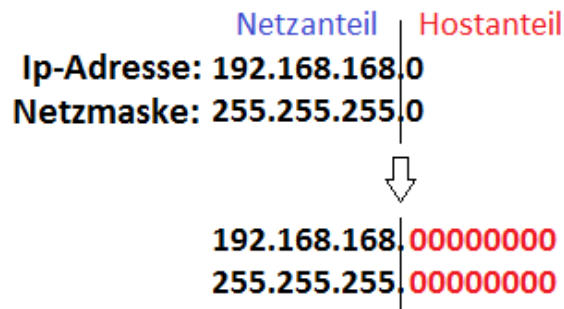
Der Netzteil soll also um 2 bits erweitert werden.

Zwischenschritt

Den Hostanteil in Binärzahl umrechnen.

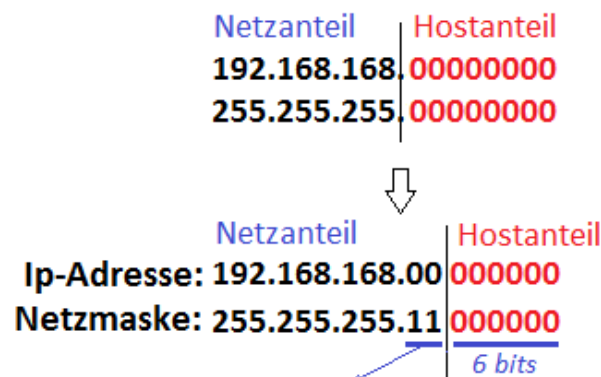
Hier werden nur die Oktette in die Binärzahl umgerechnet,
die in der Netzmaske nicht gleich als 255 sind.

(In diesem Beispiel: 255.255.255.0)



Schritt 2

Den Netzanteil um 2 bits erweitern.



Der Netzanteil wurde um 2 bits
in der Netzmaske erweitert.
(Von links nach rechts)

Dadurch verschiebt sich die Grenze zwischen dem
Hostanteil und Netzanteil nach rechts.
(D.h. der Netzanteil wurde nun größer geworden)

Der Hostanteil besteht nun aus 6 bits.

D.h. jedem Subnetz stehen $2^6 = 64$ IP Adressen zur Verfügung:

1 – für Subnetz

62 – für Hosts (Host-IP-Range)

1 – für Broadcast

1 IP	62 IPs	1 IP
Subnetzadresse	Host-IP-Range	Broadcast

Schritt 3

Ist nun der Netzanteil um 2 bits erweitert, haben wir automatisch die Subnetzadresse vom 1. Subnetz:

IP-Adresse: **192.168.168.00000000**

Netzmaske: **255.255.255.11000000**

Schritt 4

Das letzte Oktett von der Subnetzadresse und Netzmaske wieder in Dezimalzahl umrechnen.

IP-Adresse: **192.168.168.00000000**

Netzmaske: **255.255.255.11000000**

Hilfsmittel

Dezimalzahl	Binärzahl
128	10000000
192	11000000
224	11100000
240	11110000
248	11111000
252	11111100
254	11111110
255	11111111



IP-Adresse: **192.168.168.0**

Netzmaske: **255.255.255.192**

Schritt 5

Broadcast vom 1. Subnetz berechnen.

Im Broadcast werden alle Hostbits auf 1 gesetzt:

192.168.168.00000000



Broadcast: **192.168.168.00111111**

Schritt 6

Das letzte Oktett von Broadcast in Dezimalzahl umrechnen.

192.168.168.00111111



192.168.168.63

Schritt 7

Die Subnetzadresse und Broadcast vom 1. Subnet in die Tabelle eintragen.

1 IP	62 IPs	1 IP
Subnetzadresse	Host-IP-Range	Broadcast
192.168.168.0		192.168.168.63

Die Host-IP-Range ist der IP-Adressen-Bereich zwischen der Subnetzadresse und dem Broadcast:

	1 IP	62 IPs	1 IP
	Subnetzadresse	Host-IP-Range	Broadcast
Subnetz 1	192.168.168.0	192.168.168.1 - 192.168.168.62	192.168.168.63

Schritt 8

Erhöht man die Broadcast IP um 1, bekommt man die Subnetzadresse vom nächsten Subnetz (sprich vom Subnetz 2):

	1 IP	62 IPs	1 IP
	Subnetzadresse	Host-IP-Range	Broadcast
Subnetz 1	192.168.168.0	192.168.168.1 - 192.168.168.62	192.168.168.63
Subnetz 2	192.168.168.64		

Schritt 9

	1 IP	62 IPs	1 IP
	Subnetzadresse	Host-IP-Range	Broadcast

Die IP von der Subnetzadresse um 63 (Host-Range-IPs + Broadcast IP) erhöhen = Broadcast:

$$192.168.168.64 + 63 = 127$$



	1 IP	62 IPs	1 IP
	Subnetzadresse	Host-IP-Range	Broadcast
Subnetz 1	192.168.168.0	192.168.168.1 - 192.168.168.62	192.168.168.63
Subnetz 2	192.168.168.64		192.168.168.127

Schritt 10

Wie beim Schritt 7 Host-IP-Range in die Tabelle eintragen.

	1 IP	62 IPs	1 IP
	Subnetzadresse	Host-IP-Range	Broadcast
Subnetz 1	192.168.168.0	192.168.168.1 - 192.168.168.62	192.168.168.63
Subnetz 2	192.168.168.64	192.168.168.65 - 192.168.168.126	192.168.168.127

Schritt 11

Die Schritte 8 bis 10 für die Subnetze 3 und 4 wiederholen und die Subnetzadresse, Host-IP-Range und Broadcast in die Tabelle eintragen.

	1 IP	62 IPs	1 IP
	Subnetzadresse	Host-IP-Range	Broadcast
Subnetz 1	192.168.168.0	192.168.168.1 - 192.168.168.62	192.168.168.63
Subnetz 2	192.168.168.64	192.168.168.65 - 192.168.168.126	192.168.168.127
Subnetz 3	192.168.168.128	192.168.168.129 - 192.168.168.190	192.168.168.191
Subnetz 4	192.168.168.192	192.168.168.193 - 192.168.168.254	192.168.168.255

Antwort:

Die erste Abteilung bekommt das **Subnetz 1**:
IP: 192.168.168.0
Netzmaske: 255.255.255.192

Die zweite - das **Subnetz 2**:
IP: 192.168.168.64
Netzmaske: 255.255.255.192

Die dritte – **Subnetz 3**
IP: 192.168.168.128
Netzmaske: 255.255.255.192

Die vierte – **Subnetz 4**
IP: 192.168.168.192
Netzmaske: 255.255.255.192

Supernetting

Unter **Supernetting** versteht man das Zusammenfassen von mehreren Netzen mit teilweise gleichem Netzwerkanteil zu einer einzigen Route. Die zugrundeliegende Technik ist das Gegenteil zum Subnetting und bedeutet prinzipiell ein Verfahren zur Adressierung einer größeren Hostzahl innerhalb eines IP-Netzes. Supernetting funktioniert durch die Verkleinerung des Netzanteils und die dadurch resultierende Vergrößerung des Hostanteils einer IP-Adresse. Für die Hosts ändert sich in der Regel nichts, nur im Router werden durch die Nutzung von Gemeinsamkeiten im Netzwerkanteil eigentlich unterschiedlicher Netze Routingeinträge eingespart.

Supernetting wurde in RFC 1338 beschrieben und war eine Übergangstechnologie, die 1993 durch CIDR (RFC 1519) abgelöst wurde, welches keine Netzwerkklassen mehr nutzt. Die Möglichkeit mittels Supernetting mehrere Netze zu einer Route zusammenzufassen, wird bei CIDR mit *route aggregation* bezeichnet.

Beispiel Supernetting

In einem Klasse-C-Netz mit der dazugehörigen Standardnetzmaske 255.255.255.0 stehen 254 verfügbare Hostadressen bereit. Falls mehr Adressen in einem Netz benötigt werden, muss entweder ein Klasse-B-Netz (Subnetzmaske 255.255.0.0) mit 65536 möglichen Adressen verwendet werden oder mithilfe von Supernetting die Größe des Netzes geändert werden.

Standardsubnetzmaske Netzklasse C				
Dezimal	255	255	255	0
Binär	11111111	11111111	11111111	00000000
	Netzanteil			Hostanteil

In der obigen Tabelle wird die Netzmaske in Dezimal- und Binärschreibweise dargestellt. Differenziert wird hierbei zwischen Netz- und Hostanteil. Die 8 Bit des Hostanteils bieten 256 (2^8) mögliche IP-Adressen, die sich jedoch abzüglich Netz- und Broadcastadresse auf insgesamt 254 zu vergebende Adressen für Hosts beschränken.

Sollen innerhalb eines Klasse-C-Netzes mit der Netzadresse 192.168.176.0 beispielsweise 1000 Hosts ohne Router erreichbar sein, so muss man den Netzanteil der Subnetzmaske je nach Anzahl der Hosts verringern. Mit 10 Bits ist es möglich, 1024 (2^{10}) Hosts zu erreichen.

Supernetting eines Klasse-C-Netzes				
Dezimal	255	255	252	0
Binär	11111111	11111111	111111	00 00000000
	Netzanteil			Hostanteil

Der Hostanteil wurde durch 2 Bits erweitert. Die niedrigste zu vergebende IP-Adresse des Netzes ist 192.168.176.1

11000000.10101000.10110000.00000001

und die höchste

192.168.179.254

11000000.10101000.101100**11**.11111110

Diese Form des Supernettings funktioniert unabhängig vom obigen Beispiel in allen Netzklassen und größerer beziehungsweise geringerer Verkleinerung des Netzanteils.

Binärcode

128	64	32	16	8	4	2	1	Dezimal
0	0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	0	0	0	1	0	2
0	0	0	0	0	0	1	1	3
0	0	0	0	0	1	0	0	4
0	0	0	0	0	1	0	1	5
0	0	0	0	0	1	1	0	6
0	0	0	0	0	1	1	1	7
0	0	0	0	1	0	0	0	8
0	0	0	0	1	0	0	1	9
0	0	0	0	1	0	1	0	10
0	0	0	0	1	0	1	1	11
0	0	0	0	1	1	0	0	12
0	0	0	0	1	1	0	1	13
0	0	0	0	1	1	1	0	14
0	0	0	0	1	1	1	1	15
0	0	0	1	0	0	0	0	16
0	0	0	1	0	0	0	1	17
0	0	0	1	0	0	1	0	18

Schriftliche Addition

Das schriftliche Addieren im Binärsystem (oder auch Zweiersystem/Dualsystem) funktioniert im Prinzip genauso wie das schriftliche Addieren im Dezimalsystem (Zehnersystem). Der Unterschied ist, dass es im Zweiersystem keine Einer, Zehner, Hunderter usw. gibt, sondern stattdessen Einer, Zweier, Vierer, Achter, Sechzehner usw. und die Ziffern nicht von 0 bis 9, sondern von 0 bis 1 gehen.

Das bedeutet für den Übertrag, dass man schon bei einer Summe von größer und gleich 2 übertragen muss und nicht wie beim Zehnersystem bei einer Summe die größer ist als 10 oder gleich 10. Denn bekäme man zum Beispiel in einer Spalte zwei Achter heraus, muss man schon auf die Sechzehner übertragen.

Beispiel $93 + 46 = 139$

	128er	64er	32er	16er	8er	4er	2er	1er	Dezimal
		1	0	1	1	1	0	1	93
+			1	0	1	1	1	0	46
	1	1	1	1	1				
	1	0	0	0	1	0	1	1	139

Schriftliche Subtraktion

Auch das schriftliche Subtrahieren im Binärsystem funktioniert prinzipiell so wie im Dezimalsystem. Aber auch hier rechnen wir statt mit Zehnern und Hundertern usw., nur mit Zweiern, Vierern usw.

Deshalb muss man beim Übertragen aufpassen: Wenn man die Zahl, von der man etwas abzieht, erweitern muss, kann man nicht einfach wie beim Zehnersystem eine Eins oder Zwei davor setzen, sondern man muss Zwei, Vier, Sechs usw. dazuzählen, wobei bei einer Zwei eine Eins übertragen wird, bei einer Vier eine Zwei, bei einer Sechs eine Drei usw.

	64er	32er	16er	8er	4er	2er	1er	Dezimal
	1	1	0	0	1	0	1	101
-		1	1	1	1	0	0	60
-			1	0	1	0	1	21
	1	1	1	1				
		1						
	0	0	1	0	1	0	0	20