

## Classless Inter-Domain Routing

Mit den Grundlagen der IPv4-Adressierung haben wir uns in den Kapiteln in Teil IV des Buchs befasst. Allerdings stand dort am Anfang jeder Beschreibung der Unterteilung eines umfangreichen Adressblocks in kleinere Abschnitte – sogenannte Subnetze – ein klassenbezogenes Netzwerk (nämlich ein Klasse-A-, -B- oder -C-Netzwerk). Umfassende Kenntnisse zum Subnetting von klassenbezogenen Netzwerken sind extrem wichtig, ist dieses Verfahren doch in den meisten Unternehmen gang und gäbe: Man nimmt dort einfach ein privates IPv4-Netzwerk – häufig das Netzwerk 10.0.0.0 – und erstellt aus diesem Subnetze.

Allerdings setzen die meisten Unternehmen auch CIDR (Classless Inter-Domain Routing) für die Verwendung unternehmenseigener öffentlicher IPv4-Adressen ein. CIDR definiert eine Reihe von Konzepten. Dazu gehört auch die Zuweisung eines Blocks öffentlicher IPv4-Adressen – ein sogenanntes *klassenloses Präfix* – an ein Unternehmen. Wie ein Netzwerk der Klasse A, B oder C ist auch ein klassenloses CIDR-Präfix ein Block fortlaufender IP-Adressen. Allerdings sind klassenlose CIDR-Präfixe nicht auf die drei von den klassenbezogenen Netzwerken festgelegten Größen beschränkt, sondern sehr viel flexibler: Jede Zweierpotenz kann hier zugrunde gelegt werden.

In diesem Anhang werden wir uns in drei Hauptabschnitten diesen Themen widmen. Im ersten Abschnitt erläutern wir Bedeutung und Verwendung von CIDR nach der Zuweisung eines klassenlosen Präfixes an ein Unternehmen. Der zweite Abschnitt widmet sich dann dem Subnetting eines klassenlosen Präfixes im Unternehmen. Am Ende dieses Anhangs schließlich finden sich Anmerkungen zur Terminologie und zu Berechnungen. Sie sollen Ihnen helfen, sich mit der Sprache und den mathematischen Abläufen zurechtzufinden, die Sie in Teil IV sowie in größerer Ausführlichkeit in diesem Anhang kennengelernt haben.

## Grundlagenthemen

### Klassenlose CIDR-Präfixe verwenden

Ursprünglich spielten klassenbezogene IP-Netzwerke eine wichtige Rolle beim Aufbau des globalen Internets. Anfangs basierte das Internet nämlich auf der Idee, dass jeder Computer weltweit eine global eindeutige IPv4-Adresse nutzen würde. Um dieses Ziel zu erreichen, entwickelten die Administratoren in der Frühzeit des Internets einen Verwaltungsprozess: Jedem Unternehmen, jeder Behörde und jeder sonstigen Organisation sollte genau ein öffentliches IP-Netzwerk (ein Klasse-A-, -B- oder -C-Netzwerk) zugewiesen werden. Eine Nutzung des betreffenden klassenbezogenen Netzwerks sollte dann dem jeweiligen Unternehmen vorbehalten bleiben – auf diese Weise sollten Adressüberschneidungen zwischen zwei Unternehmen ausgeschlossen werden.

Diese Strategie funktionierte ausgezeichnet, solange genügend klassenbezogene Netzwerke vorhanden waren. Allerdings begann das Internet irgendwann sein explosionsartiges Wachstum und bald wurde klar, dass die weltweit verfügbaren IPv4-Adressen früher oder später zur Neige gehen würden. Die langfristige Lösung des Problems besteht in der Umstellung von IPv4 auf IPv6 mit seinen 128-Bit-Adressen. Allerdings präsentierte die IETF etwa zur selben Zeit zwei andere sehr praktische Methoden, mit denen die Nutzung des vorhandenen IPv4-Adressraums optimiert werden sollte: die in Kapitel 27 ausführlich beschriebene NAT und CIDR, um das es in diesem Anhang geht.

Die ursprüngliche Strategie, jedem Unternehmen ein komplettes klassenbezogenes IP-Netzwerk zuzuweisen, funktionierte hinsichtlich der Eindeutigkeit der Adressen einwandfrei, doch kam es durch die Beschränkung auf drei Größen zu einer erheblichen Vergeudung von Adressen. Jedes Unternehmen, das ein IP-Netzwerk beantragte, erhielt einen Adressblock wahlweise der Klasse A, B oder C (d. h. mit  $2^{24}$ ,  $2^{16}$  oder  $2^8$  Adressen). In manchen Fällen entsprach die zugewiesene Größe tatsächlich den Bedürfnissen des Unternehmens, allzu oft jedoch nicht.

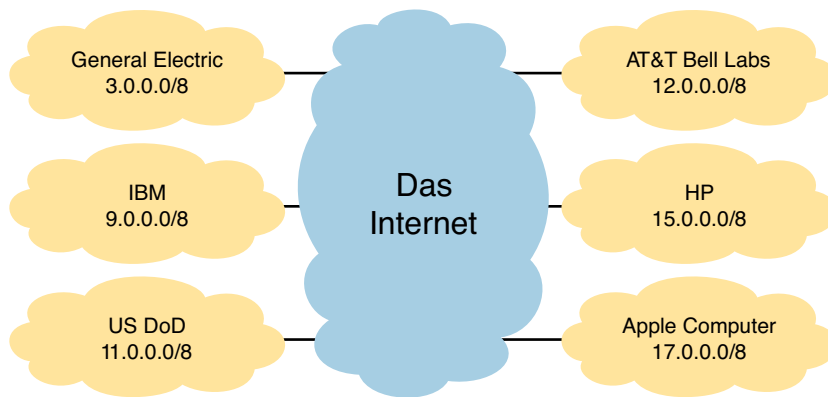
Mit CIDR nun wurden Blöcke mit fortlaufenden Adressen – die *klassenlosen Präfixe* – möglich, deren Größe jeweils einer Zweierpotenz entsprach. Im Wesentlichen geht es auch bei CIDR darum, IPv4-Adressen eindeutig zuzuweisen. Allerdings lässt sich die Größe des Adressblocks hiermit besser auf die Anforderungen des jeweiligen Unternehmens zuschneiden.

Im ersten Hauptabschnitt dieses Anhangs beschreiben wir, auf Grundlage welcher Konzepte die zuständigen Einrichtungen ein öffentliches klassenloses CIDR-Präfix an ein Unternehmen vergeben. Dabei wird zunächst der administrative Vorgang bei der Zuweisung öffentlicher IP-Adressblöcke erläutert. Danach zeigen wir, inwieweit die alten Methoden für eine Verschwendung von IPv4-Adressen sorgten und warum diese Verschwendung bei CIDR deutlich kleiner ausfällt. Nach der Einführung dieser Begrifflichkeiten und Konzepte wenden wir uns den mathematischen Grundlagen zu, damit Sie verstehen, was genau ein Unternehmen bekommt, wenn ihm ein klassenloses Präfix zugewiesen wird. Beachten Sie, dass die Rechengänge weitgehend den in den Teilen IV und VI im Buch beschriebenen entsprechen.

## Zuweisung öffentlicher IPv4-Adressen: Akteure und Abläufe

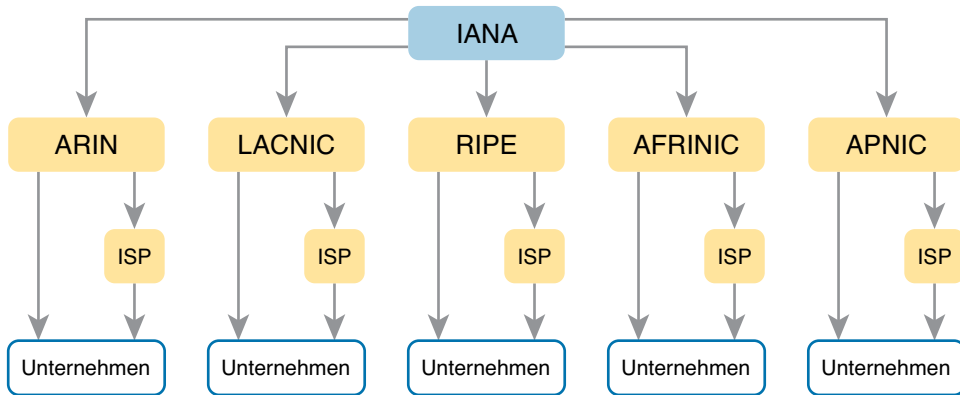
Am Anfang der Geschichte von IP war die Internet Assigned Numbers Authority (IANA) ganz allein für die Zuweisung öffentlicher Adressen zuständig. Jedes Unternehmen musste sich mit der IANA in Verbindung setzen und einen Block öffentlicher Adressen beantragen. Der Antrag wurde dann von der IANA geprüft. Nach der Genehmigung stellte die IANA in gewissem Umfang Dokumentation zur Verfügung. Seinerzeit handelte es sich beim zugewiesenen Adressblock um ein Klasse-A-, -B- oder -C-Netzwerk und die öffentliche Netzwerknummer war dem Unternehmen damit fest zugewiesen. So weit, so gut.

Einige der ursprünglich zugewiesenen Klasse-A-Netzwerkadressen sind heute noch auf der Website *IANA.org* aufgelistet. Besuchen Sie die Website doch einmal und klicken Sie dort auf den Link **IP Address Allocations**, hinter dem sich die Liste verbirgt. Abbildung N.1 zeigt ein paar dieser Klasse-A-Netzwerke.



**Abbildung N.1** Klasse-A-Zuweisungen durch die IANA (Beispiele)

Als das Internet an Beliebtheit zunahm, änderte die IANA den Adresszuweisungsvorgang – teils aufgrund des Wachstums, teils, um den Prozess angesichts seiner globalen Ausmaße besser unterstützen zu können. Statt alle Anträge zentral zu bearbeiten, begann die IANA (deren Niederlassungen sich in den USA befanden und auch heute noch befinden) damit, die eigentliche Adresszuweisung an fünf Regionalorganisationen in aller Welt zu delegieren: die Regional Internet Registries (RIR). Zwar ist die IANA letztendlich rechtmäßiger Eigentümer aller IPv4-Adressräume weltweit, doch vergibt sie die Adressblöcke nun an die RIRs. Diese wiederum weisen Organisationen Adressblöcke zu, die diese dann für Verbindungen mit dem Internet nutzen können. (Zu solchen Organisationen gehören natürlich auch Internetprovider, die die Adressen dann ihren Kunden zur Verfügung stellen.) Abbildung N.2 zeigt die Namen der RIRs und den allgemeinen Ablauf der Zuweisung öffentlicher IP-Adressen.



**Abbildung N.2** IANA, RIRs, Internetprovider und Organisationen, die IPv4-Adressen nutzen

Die Abbildung stellt den Prozess so dar, wie er normalerweise heute stattfindet. Beispielsweise erhalten die Provider auf Antrag einen Adressblock von einer RIR. Aus einem solchen Adressblock kann der Provider dann Subnetze an seine Kunden vergeben. Letztendlich kann jedes Unternehmen einen Block global eindeutiger IPv4-Adressen zur eigenen Verwendung beantragen. Es wendet sich dann wahlweise an seine RIR oder einen beliebigen Provider, der seine Region versorgt.

### Warum Adressblöcke genauer unterteilt werden müssen

Der in Abbildung N.2 gezeigte Vorgang hat dabei geholfen, den administrativen Aufwand bei der weltweiten Zuweisung von IPv4-Adressen besser zu verteilen. Allerdings wurde durch diese neue Vorgehensweise nichts an der Zuweisung klassenbezogener Adressblöcke – und der damit einhergehenden Adressverschwendung – geändert.

Aber wieso ist die Vergeudung von IP-Adressen eigentlich darauf zurückzuführen, dass IP-Adressblöcke nur in drei Größen verfügbar waren? Um das zu verstehen, müssen wir verschiedene Aspekte zusammenführen.

Betrachten wir noch einmal die Größe von Klasse-A-, -B- und -C-Netzwerken. Sie werden feststellen, wie groß die Unterschiede zwischen den einzelnen Klassen hinsichtlich der Anzahl verfügbarer Adressen sind.

Klasse A: 16.777.216

Klasse B: 65.536

Klasse C: 256

Wenden wir uns nun der Tatsache zu, dass öffentliche Adressen, die einem Unternehmen zugewiesen wurden, von keinem anderen Unternehmen verwendet werden können.

Nehmen wir beispielsweise an, einem Unternehmen wird ein Klasse-B-Netzwerk zugewiesen. In diesem Unternehmen werden um die 10.000 IPv4-Adressen verwendet. Und was passiert jetzt mit den anderen ca. 55.000 Adressen in diesem Klasse-B-Netzwerk? Die sind für die Katz. Kein anderes Unternehmen kann sie nutzen. Oder stellen Sie sich ein Unternehmen vor, das ein

Klasse-A-Netzwerk hat und sage und schreibe 1 Million Adressen verwendet (denn es ist ein wirklich großes Unternehmen). Wie viel Adressen bleiben da ungenutzt? Etwa 15,7 Millionen.

**HINWEIS** Es gibt eine Analogie, mit der man sich die beiden wesentlichen Probleme noch besser verdeutlichen kann. Stellen Sie sich ein Lebensmittelgeschäft vor, in dem Schnittbrot in zwei Größen angeboten wird: zwei Scheiben oder tausend Scheiben. Sie brauchen mehr als zwei Scheiben Brot, aber aus irgendeinem Grund müssen Sie genau eine Packung kaufen – entweder eine mit zwei Scheiben oder eine mit tausend Scheiben. Beide Packungen kosten übrigens ungefähr dasselbe. Was machen Sie? Sie kaufen die Packung mit tausend Scheiben – wohl wissend, dass praktisch der gesamte Packungsinhalt im Müll landen wird.

CIDR löst das Problem vergeudeter öffentlicher IP-Adressen mithilfe mehrerer miteinander verknüpfter Funktionen. Am wichtigsten zu wissen ist, dass CIDR die Zuweisung von Adressblöcken mit einer Größe einer beliebigen Zweierpotenz gestattet. Denken Sie im Vergleich dazu an die klassenbezogenen Netzwerke mit ihren Blockgrößen ( $2^{24}$ ,  $2^{16}$  und  $2^8$  Adressen). CIDR definierte Regeln für alle sinnvoll nutzbaren Zweierpotenzen. Ein Beispiel:

- Ein Unternehmen benötigt tausend Adressen und erhält ein vollständiges Klasse-B-Netzwerk, wodurch mehr als 64.000 Adressen verschwendet werden. Mit CIDR dagegen erhält das Unternehmen einen Block mit 1024 Adressen ( $2^{10}$ ) – die Verschwendung ist minimal.
- Ein Unternehmen benötigt 10.000 Adressen und erhält ein vollständiges Klasse-B-Netzwerk, wodurch mehr als 55.000 Adressen verschwendet werden. Mit CIDR dagegen erhält das Unternehmen einen Block mit 16.384 Adressen ( $2^{14}$ ), wodurch die Verschwendung auf ca. 6.000 Adressen beschränkt wird.
- Ein Unternehmen benötigt 50 Adressen und erhält ein vollständiges Klasse-C-Netzwerk, wodurch mehr als 200 Adressen verschwendet werden. Mit CIDR dagegen erhält das Unternehmen einen Block mit 64 Adressen ( $2^6$ ), wodurch die Verschwendung auf ca. 14 Adressen beschränkt wird.

## CIDR-Adresszuordnung

Auf den nun folgenden Seiten werden wir Stoff, den Sie inzwischen beherrschen sollten – nämlich die Funktionsweise eines klassenbezogenen Netzwerks –, den durch CIDR definierten klassenlosen Präfixen gegenüberstellen. Wir werden dazu zunächst einige wesentliche Aspekte der Frage wiederholen, wie öffentliche klassenbezogene Netzwerke zugewiesen werden können, und dazu im Vergleich die Zuweisung klassenloser Präfixe betrachten.

**HINWEIS** CIDR definiert nicht nur die Details der Zuweisung öffentlicher IP-Adressblöcke mit der Größe von Zweierpotenzen, sondern auch weitere zugehörige Konventionen und Konzepte. In diesem Anhang befassen wir uns allerdings nur mit den Adresszuweisungskonzepten von CIDR. Falls Sie neugierig auf mehr sind, finden Sie die zugehörigen Informationen in RFC 4632, »Classless Inter-Domain Routing (CIDR): An Address Assignment and Aggregation Strategy«.

## Eine kurze Wiederholung der Zuordnung öffentlicher klassenbezogener Netzwerke

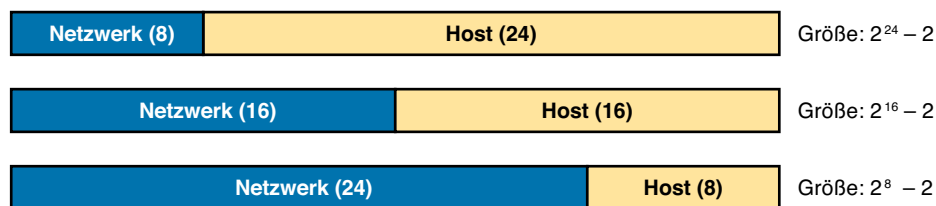
Denken Sie zurück an die Adresszuweisung vor CIDR. Ein Unternehmen beantragt ein öffentliches klassenbezogenes IPv4-Netzwerk und erhält dieses zugewiesen. Dem Dokument, das das Unternehmen vom Internetprovider oder der RIR erhält, lassen sich die folgenden wichtigen Tatsachen entnehmen:

- Die konkrete klassenbezogene Netzwerk-ID (d. h. die ID des Klasse-A-, -B- oder -C-Netzwerks)
- Die Präfixlänge – wahlweise explizit oder aber implizit durch die Default-Maske angegeben –, die bei dieser Netzwerkkategorie verwendet wird (konkret sind dies die Präfixlängen /8, /16 oder /24 für die Klassen A, B und C)

Aus diesen beiden Informationen gehen weitere wichtige Aspekte zu diesem Netzwerk hervor:

- Die Differenz von 32 und der Präfixlänge gibt die Anzahl der Hostbits im nicht in Subnetze unterteilten Netzwerk wieder (es sind dies 24 in einem Klasse-A-Netzwerk, 16 in einem Klasse-B-Netzwerk und acht in einem Klasse-C-Netzwerk)
- Interessanterweise ist genau diese klassenbezogene Netzwerk-ID die *erste bzw. niedrigste im DDN-Format angegebene Adresse unter den öffentlichen IPv4-Adressen in diesem Netzwerk*.
- Die Netzwerk-ID und die Präfixlänge bieten Ihnen genügend Informationen, um die Adressen im gesamten Bereich zu berechnen (dies wurde in Kapitel 14, »Klassenbezogene IPv4-Netzwerke analysieren«, ausführlich beschrieben).

Abbildung N.3 fasst das Konzept der Präfixlänge für die Klassen A, B und C sowie die resultierenden Größen der Hostanteile in diesen Netzwerken zusammen.



**Abbildung N.3** Struktur nicht unterteilter Klasse-A-, -B- und -C-Netzwerke

Nehmen wir beispielsweise an, einem Unternehmen wird das klassenbezogene Netzwerk 9.0.0.0/8 zugewiesen, also das Klasse-A-Netzwerk 9.0.0.0 mit der Default-Maske /8 (255.0.0.0). Gehen wir die obige Liste kurz durch:

- Aufgrund der Präfixlänge /8 beläuft sich die Länge des Netzanteils in der Adresse auf 8, weswegen 24 Hostbits verbleiben. Die Größe des Klasse-A-Netzwerks beläuft sich mithin auf  $2^{24}$  Adressen (reservierte Werte außen vor gelassen).
- 9.0.0.0 (die Netzwerk-ID) ist gleichzeitig die erste bzw. niedrigste Adresse im Bereich des Klasse-A-Netzwerks 9.0.0.0 (auch wenn es sich um einen reservierten Wert handelt).

Zum guten Schluss: Welches sind die  $2^{24}$  Adressen im Netzwerk 9.0.0.0? Die Rechenvorgänge haben wir ja schon in Kapitel 14 in einiger Ausführlichkeit betrachtet. Trotzdem wollen wir die Definition des Adressbereichs noch einmal kurz wiederholen:

- Die numerisch niedrigste Adresse ist die Netzwerk-ID.
- Die numerisch höchste Adresse ist die Broadcast-Adresse des Netzwerks.

Zur Fortsetzung unseres obigen Beispiels mit dem Klasse-A-Netzwerk 9.0.0.0 mit der Maske 255.0.0.0 zeigt Abbildung N.4 den Adressbereich dieses Netzwerks. (Zur Erinnerung: Netzwerk-ID und Broadcast-Adresse sind zwar die niedrigste bzw. die höchste Adresse im Bereich, können aber Hosts im Netzwerk nicht zur Verwendung zugewiesen werden.)

Netzwerk-ID	9 . 0 . 0 . 0
Erste Adresse	9 . 0 . 0 . 1
Letzte Adresse	9 . 255 . 255 . 254
Netzwerk-Broadcast-Adresse	9 . 255 . 255 . 255

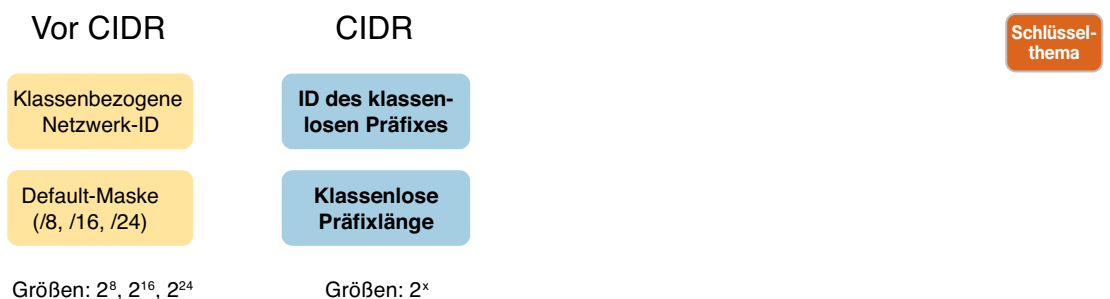
**Abbildung N.4** Adressbereich im Klasse-A-Netzwerk 9.0.0.0

### Zuweisung öffentlicher CIDR-Blöcke

Vor der Einführung von CIDR wurde Unternehmen durch die zuständige Vergabestelle eine klassenbezogene Netzwerknummer mit zugehöriger (Default-)Maske zugewiesen, aus der sich die Größe des Adressblocks und die in diesem Block enthaltenen Adressen berechnen ließen. CIDR verwendet bei der Zuweisung eines klassenlosen Präfixes dieselben allgemeinen Konzepte:

- Die von der RIR oder vom Provider bereitgestellte Dokumentation gibt ein klassenloses CIDR-Präfix an. Dieses klassenlose Präfix ist eine DDN-Zahl, die den gleichen Zweck erfüllt wie eine Netzwerk-ID. Auch sie ist die erste bzw. niedrigste Adresse im Block.
- Das Dokument enthält ferner die klassenlose Präfixlänge (Maske) für den Adressblock.
- Mit diesen Angaben können Sie die Anzahl der Hostbits im nicht unterteilten klassenlosen Präfix, die Anzahl der Adressen im Block und den Adressbereich berechnen.

Abbildung N.5 zeigt die Begrifflichkeiten für die bereitgestellte Dokumentation vor und nach Einführung von CIDR.



**Abbildung N.5** Begrifflichkeiten der Adresszuweisung vor und nach der Einführung von CIDR

Bei Verwendung klassenloser Präfixe müssen Sie Ihr gesamtes Wissen über Klassenregeln über Bord werfen. Führen Sie Ihre Berechnungen nur auf Grundlage der Informationen aus, die Sie von RIR oder Provider erhalten haben. Denn genau das ist es, worauf sich der Begriff *Classless* in »Classless Inter-Domain Routing« bezieht: Hören Sie auf, in Kategorien klassenbezogener Regeln zu denken. Ignorieren Sie die Klassen A, B und C und verwenden Sie die klassenlose CIDR-Präfix-ID (also die erste Adresse im Bereich) und die klassenlose CIDR-Präfixlänge, um Details wie die Anzahl der Adressen und den konkreten Adressbereich zu ermitteln.

Betrachten wir exemplarisch einen Fall, in dem ein Unternehmen ein klassenloses Präfix mit folgenden Informationen zugewiesen bekommen hat:

- **Klassenlose Präfix-ID:** 128.66.4.0
- **Klassenlose Präfixlänge:** /22

Am Anfang – also vor jeglichem Subnetting des klassenlosen Präfixes durch das Unternehmen – haben wir es mit einem einzigen Adressblock zu tun. Wie viele Adressen befinden sich in diesem klassenlosen Präfix? Nun, ähnlich wie bei klassenbezogenen Netzwerken verfügt auch ein klassenloses Präfix ohne Subnetze über eine zweiteilige 32-Bit-Struktur. Die in der Dokumentation angegebene klassenlose Präfixlänge definiert die Länge des ersten Teils. Der zweite Teil ist der Hostanteil und beide Teile haben zusammen eine Länge von 32. Abbildung N.6 zeigt die nicht unterteilte klassenlose Präfixlänge /22 (entsprechend unserem letzten Beispiel).



**Abbildung N.6** Größe eines klassenlosen CIDR-Präfixes mit der Länge /22 ermitteln

Die Größe eines klassenlosen CIDR-Präfixes ist  $2^H$ ; d. h., 2 hoch die Anzahl der Hostbits (ohne Subtraktion von 2). Allerdings ist die Tatsache, dass wir in diesem Fall nicht 2 abziehen, belanglos. Trotzdem möchte ich an dieser Stelle ein paar Hintergrundinformationen geben:

- In der ursprünglichen Definition klassenbezogener Netzwerke waren die Netzwerknummer und die Netzwerk-Broadcasts-Adresse reserviert, weswegen wir 2 beim Berechnen der Anzahl der Adressen für ein klassenbezogenes Netzwerk abziehen müssen.
- Bei CIDR werden die erste und die letzte Adresse im klassenlosen Präfix nicht reserviert, weswegen wir 2 nicht abziehen.

**HINWEIS** In der Praxis erhalten Sie durch diese geringfügige Differenz keine zusätzlichen Adressen. Hat ein Unternehmen nämlich ein klassenloses Präfix erhalten und führt es die Subnetzbildung durch, dann sind die erste und die letzte Adresse in jedem Subnetz ohnehin als Subnetz-ID bzw. Subnetz-Broadcast-Adresse reserviert. Es gibt lediglich keine formale Reservierung dieser beiden Adressen im zugewiesenen klassenlosen Präfix.

Die zweite Berechnung, die wir bei einem klassenlosen Präfix vornehmen müssen, besteht in der Ermittlung des Adressbereichs im Adressblock. Bei Netzwerken der Klassen A, B und C ließ



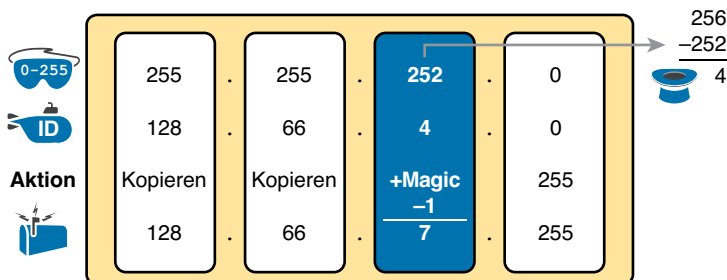
sich dieser Bereich mit einigen kinderleichten Regeln ermitteln – wir haben uns in Kapitel 14 ausführlich damit befasst. Bei klassenlosen Präfixen hingegen ist das Ganze ein bisschen aufwendiger. Die Rechenvorgänge kennen Sie allerdings schon.

Sie sind nämlich identisch mit denen, die zur Berechnung des Adressbereichs in einem Subnetz herangezogen werden. Wenn Sie mit der (in Kapitel 16, »Bestehende Subnetze analysieren«, detailliert erläuterten) Vorgehensweise zur Ermittlung des Adressbereichs in einem Subnetz schon einigermaßen vertraut sind, dann sollten Sie auch in der Lage sein, diese Rechenwege bei klassenlosen Präfixen einzusetzen.

Im Wesentlichen müssen Sie nämlich zwei Angaben zum zugewiesenen klassenlosen Präfix – die ID des klassenlosen Präfixes und die Präfixlänge – so behandeln wie die Subnetz-ID bzw. die Subnetzmaske. Dann führen Sie genau denselben Rechenvorgang aus, wie in Kapitel 16 gezeigt, um den IP-Adressbereich zu ermitteln.

Abbildung N.7 greift unser Beispiel des klassenlosen Präfixes 128.66.4.0/22 wieder auf und zeigt einen Teil der Berechnungen zur Ermittlung des Adressbereichs. Am Anfang steht die niedrigste Adresse im Bereich (128.66.4.0), die bereits angegeben ist. Die Abbildung zeigt die Dezimalberechnung aus Kapitel 14:

1. DDN-Variante der Maske /22 (nämlich 255.255.252.0)
2. Berechnete Magic Number ( $256 - 252 = 4$ )
3. Logik zur oktettbasierten Konvertierung der Zahl am unteren Ende des Adressbereichs (128.66.4.0) in die Zahl am oberen Ende (128.66.7.255)



**Abbildung N.7** Höchste Adresse im Adressbereich für 128.66.4.0/22 berechnen

Damit ist die Beschreibung für die Gründe und das Verfahren der Zuweisung klassenloser Präfixe an Einzelunternehmen abgeschlossen. Im Folgenden finden Sie einige Übungen zu diesem Themenkomplex.

## Übungen zur Analyse klassenloser Präfixe

Stellen Sie sich vor, in einer Prüfungsfrage wird ausdrücklich gesagt, dass ein Unternehmen ein klassenloses Präfix verwendet. Die Frage gibt die ID des klassenlosen Präfixes in Form eines DDN-Werts sowie die Präfixlänge an. Sie sollten nun in der Lage sein, aus diesen Angaben die folgenden Informationen zu gewinnen:

- Blockgröße (die Anzahl der Adressen im Block)
- Erste und letzte Adresse im Adressbereich dieses Adressblocks

Wir haben weiter oben in den Abbildungen N.6 und N.7 sowie im zugehörigen Text ein Beispiel dafür gesehen, wie man diese Informationen findet. Im vorliegenden Abschnitt fassen wir die Rechenprozesse zusammen und stellen ein paar Übungsfragen.

Zunächst: Der formale Prozess zur Ermittlung der Größe eines klassenlosen Präfixes sieht wie folgt aus:

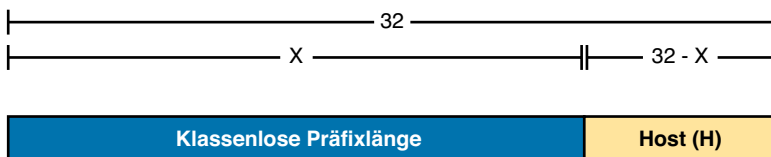
**Schlüssel-  
thema**

**Schritt 1:** Ermitteln Sie die Präfixlänge (X) des klassenlosen Präfixes, das dem Unternehmen zugewiesen wurde. Diese können Sie der Dokumentation entnehmen.

**Schritt 2:** Berechnen Sie die Anzahl der Hostbits  $H = 32 - X$ .

**Schritt 3:** Die Blockgröße beläuft sich auf  $2^H$  (reservierte Werte werden ignoriert).

Diese Logik wird verständlicher, wenn man sie grafisch veranschaulicht (Abbildung N.8).



**Abbildung N.8** Logik zur Berechnung der Größe eines klassenlosen Präfixes

Um den Adressbereich im klassenlosen Präfix zu ermitteln, müssen Sie lediglich die Subnetting-Berechnungen wiederholen, die Sie aus Kapitel 16 kennen. Sie gehen also ausgehend von der ID des klassenlosen Präfixes und der zugewiesenen CIDR-Präfixlänge genauso vor wie dort beschrieben. Zusammengefasst:

**Schlüssel-  
thema**

**Schritt 1:** Behandeln Sie das zugewiesene klassenlose CIDR-Präfix wie eine Subnetz-ID.

**Schritt 2:** Behandeln Sie die zugewiesene CIDR-Präfixlänge wie eine Subnetzmaske.

**Schritt 3:** Ermitteln Sie anhand der von Ihnen bevorzugten Methode zur Berechnung von Subnetz-ID und Broadcast-Adresse aus diesen beiden Werten die niedrigste und die höchste Adresse im Bereich des klassenlosen Präfixes.

Das wollen wir nun üben. Tabelle N.1 zeigt mehrere klassenlose Präfixe. Berechnen wir zunächst die Größe des Adressblocks. Danach ermitteln wir die letzte Adresse im Bereich. Beachten Sie, dass die erste Adresse im Bereich die ID des klassenlosen Präfixes ist, d. h., hier sind keine Berechnungen erforderlich.

**HINWEIS** Eine Liste aller Zweierpotenzen finden Sie in Anhang A, »Numerische Referenztabellen«.

**Tabelle N.1** Übung zu CIDR-Adressblöcken: Blockgröße und Adressbereich

Problem	ID des klassenlosen Präfixes	Präfixlänge	Größe	Letzte Adresse im Bereich
1	128.66.32.0	/21		
2	128.66.64.0	/23		
3	192.51.100.0	/22		
4	192.51.96.0	/20		
5	128.66.1.128	/26		
6	128.66.3.96	/28		
7	192.51.100.192	/29		
8	192.51.100.64	/27		

Die Antworten zu diesen Übungen finden Sie am Ende dieses Anhangs im Abschnitt »Antworten zu den Übungsaufgaben«.

## Subnetting bei klassenlosen CIDR-Präfixen

Wenn ein Unternehmen ein öffentliches klassenbezogenes IP-Netzwerk oder auch ein öffentliches klassenloses Präfix beantragt hat und nun das Recht zu seiner Nutzung erhält, darf es rechtmäßig alle Adressen im betreffenden Adressblock verwenden. Allerdings ist dies nur die halbe Wahrheit. Nach der Zuweisung werden die Netzwerktechniker des Unternehmens diesen Block in kleinere Adressgruppen unterteilen, die dann in verschiedenen LANs und WANs im Unternehmensnetzwerk eingesetzt werden.

Anders formuliert: Die Techniker müssen so oder so Subnetze erstellen – egal, ob sie als Grundlage ein klassenbezogenes Netzwerk oder ein klassenloses Präfix nutzen.

Teil IV hat für viele der hier vorgestellten Ideen bereits den Boden bereitet. Allerdings wurde in den dortigen Kapiteln stets von einem einzelnen klassenbezogenen Netzwerk ausgegangen. Auf den folgenden Seiten bringen wir klassenlose CIDR-Präfixe ins Spiel, behalten allerdings die in Teil IV erlernten Grundkonzepte bei.

Versuchen Sie sich vor allem daran zu erinnern, was Sie bereits über bestehende Subnetzdesigns wissen sollten. In Kapitel 15, »Subnetzmasken analysieren«, wurde in etwa Folgendes beschrieben:

- Irgendjemand hat vor geraumer Zeit entweder ein öffentliches IP-Netzwerk von einer Vergebestelle zugewiesen bekommen oder aber beschlossen, ein privates IP-Netzwerk unternehmensintern zu verwenden. Der wesentliche Aspekt besteht hierbei darin, dass als Ausgangspunkt ein vollständiges klassenbezogenes Netzwerk verwendet wurde.
- Dieser Jemand hat – ebenfalls vor geraumer Zeit – entschieden, nur genau eine einzige Maske für alle Subnetze zu verwenden.
- Und er hat seinerzeit einen Subnetzplan für das Unternehmen erstellt, indem konkret diese Maske für alle Subnetze festgelegt wurde.

Wir bleiben noch einen Moment bei Kapitel 15. Dort wird erläutert, wie das, was die in der Liste genannte Person durch ihre Entscheidungen genau geschaffen hat, zu interpretieren ist. Die hierfür erforderliche Analyse verlangte von uns, sich ein paar Gedanken über die als Ausgangspunkt verwendete Netzwerkklassse zu machen.

Nun stellen Sie sich vor, Sie verwenden statt eines öffentlichen oder privaten klassenbezogenen Netzwerks ein klassenloses Präfix als Ausgangspunkt. Im Grunde genommen ändert sich dadurch nichts. Irgendwer hat zu einem früheren Zeitpunkt das klassenlose Präfix beantragt und erhalten. Irgendwer hat bereits entschieden, genau eine Subnetzmaske zu verwenden, und diese Entscheidung wurde dann auch umgesetzt.

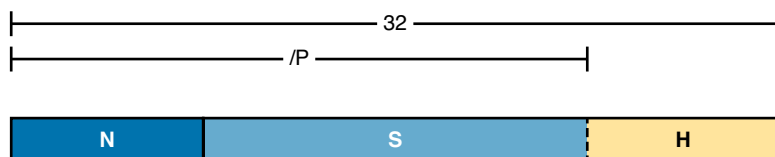
Auf den nun folgenden Seiten wiederholen wir den Vorgang der Analyse von Entscheidungen beim Subnetting – zunächst bezogen auf die Verwendung eines klassenbezogenen Netzwerks und darauf für ein klassenloses Präfix.

## Wiederholung: Subnetzdesign mit einem Netzwerk als Ausgangspunkt interpretieren

Im Abschnitt »Ausgewählte Subnetzdesigns mithilfe von Masken erkennen« von Kapitel 15 – also im Wesentlichen in der gesamten zweiten Hälfte jenes Kapitels – haben wir die Frage behandelt, wie sich ein von Dritten geplantes und implementiertes Subnetzdesign interpretieren lässt. Dort wurde von folgenden Annahmen ausgegangen:

- Klassenbezogenes Netzwerk als Ausgangspunkt
- Genau eine Subnetzmaske für alle Subnetze

Auf dieser Grundlage können Sie mithilfe einfacher Additions- und Subtraktionsberechnungen die Struktur des Subnetzdesigns ermitteln. Ihnen sollte am Anfang die Netzwerkadresse des in Subnetze unterteilten Netzwerks vorliegen. Aus dieser Angabe können Sie die Klasse ableiten und daraus die Größe des Netzanteils im Subnetzdesign erschließen. Ebenfalls genannt werden sollte Ihnen die verwendete Subnetzmaske. Damit können Sie ganz einfach die Größe des Subnetzes und die Hostanteile des Designs unter Verwendung der in Abbildung N.9 gezeigten Details berechnen.



Klasse:

A: N = 8

B: N = 16

C: N = 24

**Abbildung N.9** Struktur eines Subnetzdesigns mit einem klassenbezogenen Netzwerk als Ausgangspunkt

Hier die Erläuterung der Variablen in der Abbildung, falls diese nicht selbsterklärend sein sollten:

**P:** Präfixlänge der Subnetzmaske je Subnetzdesign (vorgegeben)

**N:** Größe des Netzanteils (entsprechend den klassenbezogenen Regeln)

**S:** Größe des Subnetzanteils im Subnetzdesign (berechnet)

**H:** Größe des Hostanteils im Subnetzdesign (berechnet)

Nachdem Sie die Größe der Subnetz- und Hostanteile im Subnetzdesign berechnet haben, ermitteln Sie die Anzahl der Subnetze sowie der Hosts je Subnetz mit den folgenden bekannten Formeln:

- **Subnetze:**  $2^S$
- **Hosts je Subnetz:**  $2^H - 2$

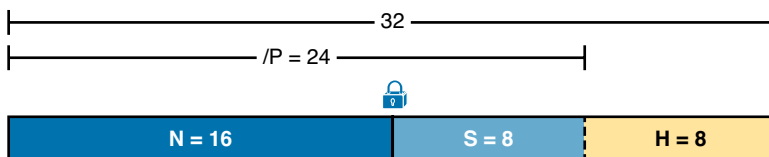
Nehmen wir beispielsweise an, eine Prüfungsfrage, die Ihnen gestellt wird, enthält die folgenden Angaben:

- Öffentliches Klasse-B-Netzwerk 128.66.0.0
- Subnetzmaske /24 für alle Subnetze im Unternehmen

Unter Verwendung dieser Angaben können Sie das Design analysieren und stellen Folgendes fest:

- $N = 16$ , weil 128.66.0.0 ein Klasse-B-Netzwerk ist
- $P = 24$  laut Subnetzmaske
- $S = 8$ , weil  $N + S = P$
- $H = 8$ , weil  $H = 32 - P$
- Die Anzahl der Subnetzbits beträgt 256 ( $2^8$ ).
- Die Anzahl der Hosts je Subnetz beträgt 254 ( $2^8 - 2$ ).

Abbildung N.10 fasst diese Tatsachen im vertrauten Strukturdiagramm zusammen.



**Abbildung N.10** Struktur eines Subnetzdesigns für das Netzwerk 128.66.0.0 mit der Präfixlänge /24

Wenn Sie den Stoff aus Kapitel 15 gelesen und auch geübt haben, dann ist das Voranstehende für Sie tatsächlich eine Wiederholung. Klingen diese Konzepte hingegen noch nicht allzu vertraut, dann sollten Sie sich Kapitel 15 zur Wiederholung und zur Übung noch einmal vornehmen.

## Subnetzdesign mit einem klassenlosen CIDR-Präfix als Ausgangspunkt interpretieren

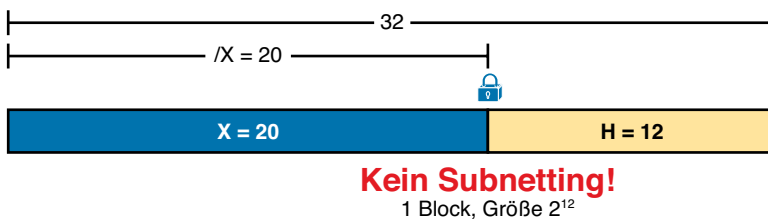
Wenn das Unternehmen anstelle eines klassenbezogenen Netzwerks ein klassenloses CIDR-Präfix verwendet, folgen Sie im Großen und Ganzen der gleichen Logik. Allerdings gibt es einen Unterschied: Bei CIDR ignorieren Sie die Regeln klassenbezogener Netzwerke, d. h., es gibt keinen Netzanteil und keine Regel, die besagt, dass dieser wahlweise 8, 16 oder 24 Bits lang ist. Aber was verwenden Sie dann?

Kurz gesagt: die CIDR-Präfixlänge, die von der RIR oder vom Provider zugewiesen wurde. Diese benutzen Sie genauso, wie Sie es mit der Länge des Netzanteils der Adresse tun würden, wenn Sie ein klassenbezogenes Netzwerk in Subnetze unterteilen würden. Ansonsten läuft der Prozess ganz genauso ab.

Nehmen wir beispielsweise an, eine Prüfungsfrage, die Ihnen gestellt wird, enthält die folgenden Angaben:

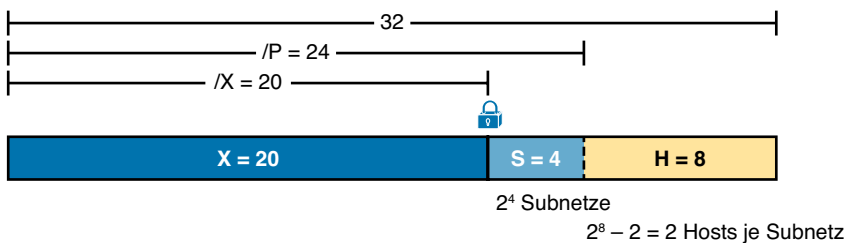
- Klassenloses Präfix 128.66.32.0/20
- Subnetzmaske /24 für alle Subnetze im Unternehmen

Jetzt vergessen Sie einmal dieses klassenlose Präfix, bis der Netzwerktechniker Ihres Unternehmens den Adressblock in Subnetze unterteilt hat. Die Struktur des klassenlosen Präfixes sieht wie in Abbildung N.11 gezeigt aus – mit der Blocklänge /20 und einem 12-Bit-Hostanteil. Es handelt sich im Wesentlichen um einen Block mit  $2^{12}$  Adressen, der von einer RIR oder einem Internetprovider zugewiesen wird.



**Abbildung N.11** Struktur des /20-CIDR-Blocks vor dem Subnetting

Zum Erstellen von Subnetzen hatte sich Ihr Vorgänger in der Netzwerktechnik des Unternehmens für eine Subnetzmaske mit mehr Präfixbits entschieden, als dass von der RIR oder dem Provider zugewiesene Präfix aufweist (in diesem Fall /20). In diesem Beispiel wählte der Netzwerktechniker die Subnetzmaske /24 für alle Subnetze aus. Diese ist vier Bits länger als die Maske /20 für die Länge des klassenlosen Präfixes. Durch diese Designentscheidung entstand ein 4 Bit langes Subnetzfeld (Abbildung N.12). Ferner verblieb ein 8 Bit langes Hostfeld.



**Abbildung N.12** Struktur des /20-CIDR-Blocks nach dem Subnetting mit /24

Zusammengefasst können Sie das Subnetzdesign unabhängig davon, ob als Ausgangspunkt ein klassenbezogenes Netzwerk oder ein klassenloses Präfix verwendet wird, mit einer ähnlichen Logik analysieren. Allerdings gibt es einen wesentlichen Unterschied: Bei klassenlosen Präfixen stehen am Anfang keine Klassenregeln und kein Netzanteil mit 8, 16 oder 24 Bits. Zum Glück ist die Ersatzlogik aber ganz einfach: Sie verwenden die klassenlose Präfixlänge, die dem Unternehmen durch die Vergabestelle oder den Internetprovider zugewiesen wurde, und fahren dann mit den bekannten Additions- und Subtraktionsvorgängen fort.

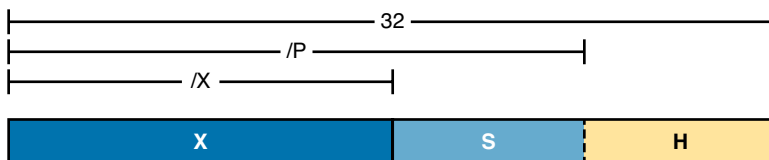
## Übung: Subnetzplan mit einem CIDR-Block als Ausgangspunkt interpretieren

Sobald Sie wissen, dass eine Frage von Ihnen die Analyse eines Subnetzdesigns verlangt und diese Frage ein klassenloses Präfix verwendet, sollten Sie bereits mehr oder weniger genau wissen, wie Sie fortfahren. In diesem Abschnitt fassen wir die Regeln zusammen, damit Sie sie einfach erlernen und wiederholen können, und Sie finden außerdem einige Übungsfragen vor.

Kommen wir zunächst zu den Schlüsselementen der Analyse. Sie gelten gleichermaßen bei Verwendung eines klassenbezogenen Netzwerks und eines klassenlosen Präfixes als Ausgangspunkt und sind in der folgenden Liste enthalten:

- Schritt 1:** Verwenden Sie P zur Darstellung des Werts der Subnetzmaske im Präfixformat (/P). (P stellt *nicht* die von der RIR oder vom Provider zugewiesene klassenlose Präfixlänge dar.)
- Schritt 2:** Beim Subnetting eines klassenbezogenen Netzwerks weisen Sie je nach Netzwerkklasse 8, 16 oder 24 Bits als Netzanteil (N) aus.
- Schritt 3:** Beim Subnetting eines klassenlosen Präfixes weisen Sie entsprechend der zugewiesenen klassenlosen Präfixlänge X Bits von links gezählt aus.
- Schritt 4:** Berechnen Sie die Größe des Subnetzfelds (S) als  $P - N$  (im Falle eines klassenbezogenen Netzwerks) bzw.  $P - X$  (bei Verwendung eines klassenlosen Präfixes).
- Schritt 5:** Berechnen Sie die Größe des Hostfelds (H) als  $32 - P$ .
- Schritt 6:** Aus der Größe der Subnetz- und Hostanteile des Designs ersehen wir, wie viele Subnetze vorhanden sind ( $2^S$ ) und wie viele Hosts es in jedem Subnetz gibt ( $2^H - 2$ ).

Abbildung N.13 fasst diese Konzepte und Variablen für den CIDR-Anwendungsfall zusammen.



Schlüssel-  
thema

X = Klassenlose Präfixlänge

P = Subnetzmaske (Präfixlänge) des Unternehmens

**Abbildung N.13** Aufschlüsselung des Subnetzdesigns bei CIDR

Bearbeiten Sie ein paar Übungsaufgaben, um sich mit dem Prozess vertraut zu machen. Behandeln Sie jede Zeile in Tabelle N.2 als separate Übungsaufgabe. In jedem Fall finden Sie in der Tabelle bereits die klassenlose Präfixlänge (Variable X in der Abbildung) sowie die für alle Subnetze im Subnetzdesign verwendete Subnetzmaske (Variable P) vor. Berechnen Sie mit diesen Angaben die Anzahl der Subnetz- und Hostbits sowie die sich daraus ergebenden Werte für die Anzahl der Subnetze und der Hosts je Subnetz. Eine Liste der Zweierpotenzen finden Sie in Anhang A.

**Tabelle N.2** Übung zu CIDR-Adressblöcken: Blockgröße und Adressbereich

	CIDR-Block-ID	CIDR-Blocklänge	Subnetzmaske	S (Subnetzbits)	H (Hostbits)	Anzahl Subnetze	Anzahl der Hosts
1	128.66.32.0	/21	/24				
2	128.66.64.0	/23	/26				
3	192.51.100.0	/22	/28				
4	192.51.96.0	/20	/25				
5	128.66.1.128	/18	/23				
6	128.66.3.96	/19	/25				
7	192.51.100.192	/24	/26				
8	192.51.100.64	/27	/29				

Die Antworten zu diesen Übungen finden Sie am Ende dieses Anhangs im Abschnitt »Antworten zu den Übungsaufgaben«.

## CIDR-Terminologie und -Prozesse

In diesem letzten der drei Hauptabschnitte widmen wir uns im Wesentlichen zwei Themen, die im Zusammenhang mit der Prüfung von besonderer Relevanz sind. Zunächst werden wir in diesem Abschnitt kurz anreißen, wie Details zu vorhandenen Subnetzen zu berechnen sind, wenn der Umstieg von einem klassenbezogenen Netzwerk auf ein klassenloses Präfix in einem Unternehmen gerade erst begonnen hat. Zum Abschluss erhalten Sie dann eine kurze Einführung in die Terminologie von CIDR, IP-Adressierung und Subnetting.

### Fakten zu Subnetzen bei Verwendung von CIDR ermitteln

Dieser kurze Abschnitt richtet sich vor allem an jene Leser, die sich folgende Frage stellen:

Hat der Themenkomplex CIDR Auswirkungen darauf, wie ich die Subnetz-ID, die Subnetz-Broadcast-Adresse und den Adressbereich im Subnetz berechne?

Die Antwort lautet: Nein, es ändert sich rein gar nichts.

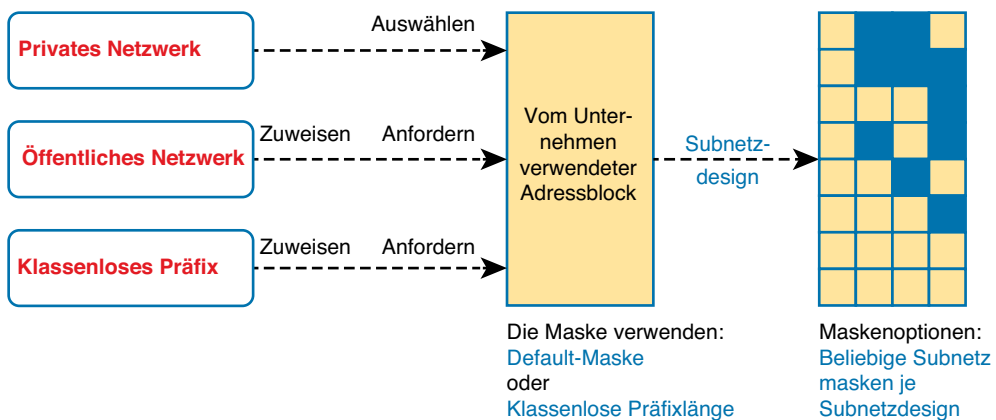
Wenn Ihnen die IP-Adresse und die Subnetzmaske eines Hosts (also die vom Host verwendete Adresse und Maske) unterkommen, dann wissen Sie spätestens seit Kapitel 16, wie Subnetz-ID, Subnetz-Broadcast-Adresse und der Bereich der nutzbaren Adressen in diesem Subnetz



berechnet werden. Egal, ob in Ihrem Unternehmen vorher ein vollständiges klassenbezogenes privates oder öffentliches IP-Netzwerk oder aber ein klassenloses Präfix verwendet wurde: Diese Berechnungen zu diesem Subnetz bleiben stets gleich. Basta!

## CIDR-Terminologie

Würden alle Prüfungsfragen (und auch alle Netzwerktechniker) für jedes Konzept jeweils eine einheitliche und klar abgegrenzte Benennung verwenden, dann wäre unser Leben viel einfacher. In diesem Buch etwa verwenden wir konsequent die Begriffe, die Sie auf der linken Seite von Abbildung N.14 sehen. Diese drei Begriffe bezeichnen die drei Kategorien der Adressblöcke, die ein Unternehmen für die Erstellung seiner IPv4-Netzwerke verwenden kann: ein vollständiges privates IP-Netzwerk nach RFC 1918 (z. B. das Netzwerk 10.0.0.0/8), ein klassenbezogenes öffentliches IP-Netzwerk oder ein klassenloses CIDR-Präfix.



**Abbildung N.14** Formale Bezeichnungen für die wesentlichen IPv4-Adressblöcke, wie sie in diesem Buch verwendet werden

Die Abbildung zeigt ferner die Abläufe, die in einem Unternehmen stattfinden, in dem der ursprüngliche IPv4-Adressierungsplan gerade implementiert wird. Dort wählt ein Netzwerktechniker ein privates IP-Netzwerk zur Verwendung aus oder ihm wird ein öffentliches IP-Netzwerk oder ein klassenloses CIDR-Präfix zugewiesen. Der Techniker entwirft dann mit Zettel und Stift einen Subnetzplan, aus dem hervorgeht, wie der große Adressblock unternehmensintern in kleinere Subnetze unterteilt wird, die dann für einzelne LAN- und WAN-Verbindungen verwendet werden.

Leider aber hat nicht jedes Konzept seine eigene konsequente Benennung – das gilt auch für die in Abbildung N.14 präsentierten. Aufgrund dessen müssen Sie damit rechnen, erst einmal ermitteln zu müssen, ob sich eine Frage auf ein privates oder öffentliches IP-Netzwerk, ein klassenloses CIDR-Präfix oder ein Subnetz bezieht – oder ob diese Unterscheidung überhaupt wichtig ist.

Tabelle N.3 fasst zunächst einmal die gängigen Begriffe für die drei wichtigsten Adressblockkategorien zusammen.

**Tabelle N.3** Übung zu CIDR-Adressblöcken: Blockgröße und AdressbereichSchlüssel-  
thema

Formale Benennung	Relativ eindeutige Alternativbenennungen	Eher unklare Alternativbenennungen
Privates IP-Netzwerk	Privates Netzwerk	IP-Netzwerk, klassenbezogenes Netzwerk, Netzwerk, Subnetz, Adressblock
Öffentliches IP-Netzwerk	Öffentliches Netzwerk	IP-Netzwerk, klassenbezogenes Netzwerk, Netzwerk, Subnetz, Adressblock
Klassenloses CIDR-Präfix	Klassenloses Präfix, CIDR-Präfix, CIDR-Adressblock, CIDR-Block	Präfix, Adressblock, Block, Netzwerk, Subnetz

Probleme entstehen, wenn jemand einen der durchaus gängigen, aber nichtsdestoweniger unscharfen Begriffe verwendet – beispielsweise *Netzwerk*. Vergleichen Sie etwa einmal die folgenden drei Phrasen aus exemplarischen Prüfungsfragen:

- Unternehmen 1 verwendet das **Netzwerk** 172.16.0.0/16 mit einem Subnetzplan ...
- Unternehmen 1 verwendet das **Netzwerk** 128.66.0.0/16 mit einem Subnetzplan ...
- Unternehmen 1 verwendet das **Netzwerk** 128.66.4.0/22 mit einem Subnetzplan ...

Zur Interpretation solcher Phrasen mit uneindeutigen Benennungen müssen Sie sich stattdessen also auf die Zahlen konzentrieren. So untereinander geschrieben wie oben gezeigt erkennen Sie, dass das Wort *Netzwerk* in allen Sätzen vorhanden ist, jedoch jeweils einen anderen Adressblocktyp bezeichnet: im ersten Satz ein privates IP-Netzwerk, im zweiten ein öffentliches IP-Netzwerk und im dritten ein klassenloses CIDR-Präfix. Und woher wissen Sie das? Wie gesagt: Betrachten Sie die Zahlen statt der Wörter.

172.16.0.0 beispielsweise liegt im in FC 1918 definierten Bereich für private Adressen; genauer gesagt handelt es sich um eine der reservierten privaten Klasse-B-Adressen und /16 ist die für solche Netzwerke vorgesehene Default-Maske. Folglich wird bei dieser Aussage ein privates IP-Netzwerk verwendet. Der letzte Satz verwendet die Maske /22, weswegen es sich hier nicht um ein privates oder öffentliches IP-Netzwerk handeln kann, denn /22 ist keine klassenbezogene Default-Maske.

Ein anderes Beispiel für inkonsequente Benennungen ist der Begriff *Adressblock*, der immer häufiger zur Bezeichnung aller drei Kategorien (private und öffentliche IP-Netze und klassenlose CIDR-Präfixe) verwendet wird. Warum dies? Jede dieser Kategorien ist ein Block fortlaufender Adressen, weswegen der Begriff *Adressblock* vielen Menschen durchaus sinnvoll erscheinen mag.

Ähnlich oft wird auch das Wort *Subnetz* zur Bezeichnung beliebiger Adressblöcke verwendet, egal, ob es sich um ein vollständiges klassenbezogenes Netzwerk, das von einer RIR vergebene klassenlose CIDR-Präfix oder ein echtes Subnetz handelt, das entsprechend einem Subnetzplan in einem Unternehmen erstellt wurde.

Nun wissen Sie, welche Probleme im Zusammenhang mit der Terminologie für CIDR und die übrige IPv4-Adressierung auftreten können. Die folgende Liste fasst die Schritte zusammen, die Sie durchführen sollten, um terminologische Missverständnisse zu vermeiden:

- Erlernen Sie die formalen Benennungen und die relativ eindeutigen Alternativbegriffe aus Tabelle N.3.
- Wenn die Benennungen unklar sind, betrachten Sie stattdessen die Zahlenangaben und stellen Sie sich die folgenden Fragen:
  - Handelt es sich um ein privates Netzwerk nach RFC 1918?
    - ◆ Falls die Adresse aus dem öffentlichen Adressbereich stammt: Wird eine Default-Maske für ein Klasse-A-, -B- oder -C-Netzwerk verwendet? Falls ja, könnte es sich um ein öffentliches IP-Netzwerk handeln.
  - Falls die Adresse aus dem öffentlichen Adressbereich stammt: Wird eine andere als eine für ein Klasse-A-, -B- oder -C-Netzwerk typische Maske verwendet? Falls ja, handelt es sich höchstwahrscheinlich um ein klassenloses CIDR-Präfix.
- Rechnen Sie mit verbreiteten Bezeichnungen, die für jede der drei Kategorien (privater, öffentlicher und CIDR-Block) gelten könnten. Konkret sind dies »Netzwerk«, »Subnetz«, »Präfix« und »Adressblock«.
- Steht am Anfang einer Frage die IP-Adresse und Maske eines Hosts oder Routers, dann spielt die Art des Adressblocks (privates oder öffentliches Netzwerk oder CIDR-Präfix) wahrscheinlich keine Rolle. In solchen Fällen sollten Sie sich wohl eher der Subnetz-ID und dem Adressbereich im Subnetz widmen, und diese Werte können Sie mithilfe der IP-Adresse und Maske ermitteln.

## Lernzielkontrolle

Ein wesentlicher Bestandteil einer erfolgreichen Prüfungsvorbereitung besteht darin, regelmäßig, aber in passenden Abständen Wiederholungssitzungen durchzuführen. Wiederholen Sie den Stoff aus diesem Kapitel unter Verwendung der Werkzeuge aus dem Buch oder von der DVD oder nutzen Sie die interaktiven Tools auf der Begleitwebsite zum Buch. Weitere Informationen finden Sie im Abschnitt »Ihr Studienplan« im Anschluss an die Einleitung. Tabelle N.4 fasst die wichtigsten Elemente zur Wiederholung zusammen und zeigt auch, wo Sie diese finden können. Damit Sie Ihre Lernfortschritte besser im Blick behalten, sollten Sie in der zweiten Spalte vermerken, wann Sie diese Aktivitäten bearbeitet haben.

**Tabelle N.4** Erfassung der Lernzielkontrollen

Element	Datum der Wiederholung	Verwendete Ressource
Schlüsselthemen wiederholen		Buch
Schlüsselbegriffe wiederholen		DVD/Website

## Alle Schlüsselthemen wiederholen

**Tabelle N.5** Schlüsselthemen in Anhang N

Schlüssel-  
thema

Element	Beschreibung	Seite
Abbildung N.5	Vergleich zugewiesener öffentlicher IP-Netzwerke mit klassenlosen CIDR-Präfixen	1221
Liste	Berechnung der Größe eines klassenlosen CIDR-Präfixes	1224
Liste	Berechnung des Adressbereichs für ein klassenloses CIDR-Präfix	1224
Abbildung N.13	Struktur der Felder und Beziehungen für ein in Subnetze unterteiltes klassenloses CIDR-Präfix	1229
Tabelle N.3	CIDR-Begriffe	1232
Liste	Hinweis zu den CIDR-Bezeichnungen für die Prüfungsfragen	1233

## Schlüsselbegriffe, die Sie kennen sollten

Adressblock, CIDR, IANA, ISP, klassenlose Präfixlänge, klassenloses Präfix, RIR

## Antworten auf frühere Übungsaufgaben

In diesem Kapitel finden Sie verteilt verschiedene Übungsaufgaben. Tabelle N.6 listet die Lösungen zu den Fragen aus Tabelle N.1 auf.

**Tabelle N.6** Lösungen zu den Aufgaben aus Tabelle N.1

Problem	CIDR-Block-ID	Präfixlänge	Größe	Letzte Adresse im Bereich
1	128.66.32.0	/21	$2^{11}$	128.66.39.255
2	128.66.64.0	/23	$2^9$	128.66.65.255
3	192.51.100.0	/22	$2^{10}$	192.51.103.255
4	192.51.96.0	/20	$2^{12}$	192.51.111.255
5	128.66.1.128	/26	$2^6$	128.66.1.191
6	128.66.3.96	/28	$2^4$	128.66.3.111
7	192.51.100.192	/29	$2^3$	192.51.100.199
8	192.51.100.64	/27	$2^5$	192.51.100.95

Tabelle N.7 listet die Lösungen zu den Fragen aus Tabelle N.2 auf.

**Tabelle N.7** Übung zu CIDR-Adressblöcken: Blockgröße und Adressbereich

	CIDR-Block-ID	CIDR-Blocklänge	Subnetzmaske	S (Subnetzbits)	H (Hostbits)	Anzahl Subnetze	Anzahl der Hosts
1	128.66.32.0	/21	/24	3	8	8	252
2	128.66.64.0	/23	/26	3	6	8	62
3	192.51.100.0	/22	/28	6	4	64	14
4	192.51.96.0	/20	/25	5	7	32	126
5	128.66.1.128	/18	/23	5	9	32	510
6	128.66.3.96	/19	/25	6	7	64	126
7	192.51.100.192	/24	/26	2	6	4	62
8	192.51.100.64	/27	/29	2	3	4	6

