

Routenzusammenfassung

Dieser Anhang ist Kapitel 21 aus der vorangegangenen Auflage des vorliegenden Buchs. Zwar sind die hier behandelten Inhalte in den Zielen der ICND1-Prüfung nicht ausdrücklich aufgeführt, doch sind die vermittelten Fertigkeiten und Konzepte wichtig für ein solides Basiswissen in Ihrer zukünftigen Tätigkeit als CCENT-CCNA-IT-Profi.

Mit der Methode zur Routenzusammenfassung können Netzwerktechniker eine Route bekanntgeben, die mehrere kleinere Routen ersetzt, wobei die neue Route zum gleichen Adressbereich passt. So können Ressourcen eingespart werden: Weniger Aufwand und Arbeit sind nötig, weniger Bandbreite, RAM und CPU-Belastung.

In diesem Anhang untersuchen wir zuerst die Konzepte der manuellen Routenzusammenfassung. Diese Konzepte gründen prinzipiell auf den gleichen mathematischen Berechnungen wie beim Subnetting sowie auf einem guten Subnetting-Plan, der Subnetze in Vorausplanung zuweist, damit auch in Zukunft die Routenzusammenfassung möglich ist. Im ersten Hauptabschnitt gehen wir auf die nötigen Berechnungsgrundlagen und Konzepte ein. Die zweite Hälfte des Anhangs zeigt dann einen systematischen Weg, um am besten eine Routenzusammenfassung zu finden.

Grundlagenthemen

Konzepte der manuellen Routenzusammenfassung

Router in kleineren Netzwerken enthalten vielleicht nur ein paar Dutzend Routen, aber je größer der Netzwerkverbund ist, desto größer ist auch die Zahl der Routen. Manche Unternehmen verfügen über Zehntausende von Subnetzen, andere über gar noch mehr. Auch wenn man mit einberechnet, dass man die Routenanzahl durch Zusammenfassung senken kann, wurde 2012 bei einer Überprüfung festgestellt, dass in den BGP-Tabellen der Internet-Router die Zahl 450.000 schon fast erreicht ist.

Wenn die Routing-Tabellen größer werden, können Probleme auftreten. Die Tabellen selbst benötigen auch mehr Speicher im Router. Beim Routing, also der Paketweiterleitung, muss der Router sich eine passende Route aus der Routing-Tabelle suchen, und wenn diese immer länger wird, braucht er fürs Durchsuchen mehr Zeit und CPU-Zyklen. Routing-Protokolle benötigen mehr Arbeit, um die Routen zu verarbeiten, und mehr Bandbreite, um die Routen bekanntzugeben. Außerdem dauert bei einer umfangreichen Routing-Tabelle auch die Behebung von Problemen länger, da die für das Netzwerk verantwortlichen Techniker mehr Daten überprüfen müssen.

Durch Routenzusammenfassung können die Techniker einige dieser Skalierungsprobleme überwinden, indem sie viele Routen für kleinere Subnetze durch eine Route ersetzen, die dann wie ein größeres Subnetz wirkt. Im ersten Hauptabschnitt dieses Anhangs gehen wir die Grundlagen durch, wie Routenzusammenfassung funktioniert und wie sich diese auf die Router in einem IPv4-Netzwerk auswirkt. Es wird auch gezeigt, dass beim Subnetting der Bedarf für eine Routenzusammenfassung bereits im Vorfeld berücksichtigt werden muss, und beschrieben, wie die Routenzusammenfassung anhand des Befehls **show ip route** überprüft wird.

HINWEIS In diesem Anhang wird die Routenzusammenfassung als *manuelle Routenzusammenfassung* bezeichnet – im Gegensatz zum anderen Thema dieses Kapitels, der *Autozusammenfassung*. Von diesen beiden Tools wird von den Technikern meist die manuelle Zusammenfassung eingesetzt, während Autozusammenfassung ein Feature ist, mit dem ältere Routing-Protokolle arbeiten. Der Ausdruck *manuell* bedeutet, dass ein Techniker einen oder mehrere Befehle konfiguriert, sodass die zusammengefasste Route erstellt wird. Im CCNA Routing and Switching ICND2 200-105 Official Cert Guide (nur im US-Original erhältlich) wird die *Autozusammenfassung* erläutert, die zur Behebung eines Problems bei bestimmten Routing-Protokollen zusammengefasste Routen erstellt.

Konzepte der Routenzusammenfassung

Stellen Sie sich einen kleinen Router mit begrenzter CPU- und Speicherperformance vor, der sich in einem großen Unternehmensnetzwerk befindet. Dieses Netz hat 10.000 Subnetze. Der kleine Router lernt pflichtschuldig alle Routen in seinen Routing-Protokollen und fügt sie in die Routing-Tabelle ein. Diese Routen benötigen Speicher und die Routing-Protokolle müssen allein aufgrund der Anzahl der Routen mehr arbeiten. Auch führt die lange Routing-Tabelle dazu, dass es beim Durchsuchen der Tabelle länger dauert, bis eine passende Route gefunden wird.

Für die meisten dieser 10.000 Routen gelten die gleichen Weiterleitungsinstruktionen: Pakete sollen über ein bestimmtes Interface gesendet werden, das zum Kern des Unternehmensnetzwerks zeigt. Wäre es nicht toll, wenn dieser kleine Router, statt sich mit mehreren Tausenden dieser Routen herumzuplagen, nur eine zu den Paketen passende Route hätte, für die alle die gleichen Instruktionen für den Versand über eben dieses Interface gelten? Und genau dafür ist nun die Routenzusammenfassung da.

Sie erlaubt es dem Techniker, ein Routing-Protokoll so zu konfigurieren, dass darüber eine Route bekanntgegeben wird, die mehrere kleinere Routen ersetzt. Dieser Prozess schafft eine neue zusammengefasste Route, die dem gleichen Adressbereich entspricht wie die originalen Routen. Dazu ein Beispiel: Statt Routen für viele /24-Subnetze wie 172.16.1.0/24, 172.16.2.0/24, 172.16.3.0/24 usw. zu veröffentlichen, könnte der Router einfach eine Route für 172.16.0.0/16 bekanntgeben und eben nicht mehr für all die vielen kleineren Subnetze.

Die Routenzusammenfassung bringt eine Menge Vorteile mit sich. Sie verringert die Größe von Routing-Tabellen, erlaubt dem Router aber, Pakete zu allen Zielen im Netzwerk weiterzuleiten. Durch die kleinere Tabelle lässt sich die Routing-Performance verbessern und auf dem Router kann Speicher eingespart werden. Durch die Summierung wird auch die Konvergenzdauer für Routing-Protokolle verbessert, weil das Routing-Protokoll deutlich weniger arbeiten muss.

Die Routenzusammenfassung und der Plan fürs IPv4-Subnetting

Damit die Routenzusammenfassung optimal funktioniert, sollte der IPv4-Subnetting-Plan sie mit einbeziehen: Die Routenzusammenfassung kombiniert mehrere Routen zu einer, aber damit das auch funktioniert, müssen sich die ursprünglichen Routen im gleichen Adressbereich befinden. Das klappt auch mal zufällig, funktioniert geplant aber viel besser. In Abbildung O.1 sehen Sie ein Beispielnetzwerk mit zwei Gruppen mit je vier Subnetzen, die man zusammenfassen könnte (einige links, andere rechts). Beachten Sie, dass im Subnetting-Plan Subnetze, die mit 10.2 anfangen, links platziert sind und die mit 10.3 auf der rechten Seite, was die Routenzusammenfassung etwas vereinfacht. Um zu verstehen, warum das so ist, konzentrieren Sie sich einmal auf die rechte Seite und ignorieren Sie die Subnetze links. Die Abbildung zeigt den Zustand vor der Routenzusammenfassung für Routen, die von R1 gelernt wurden, für die Subnetze auf der rechten Seite.

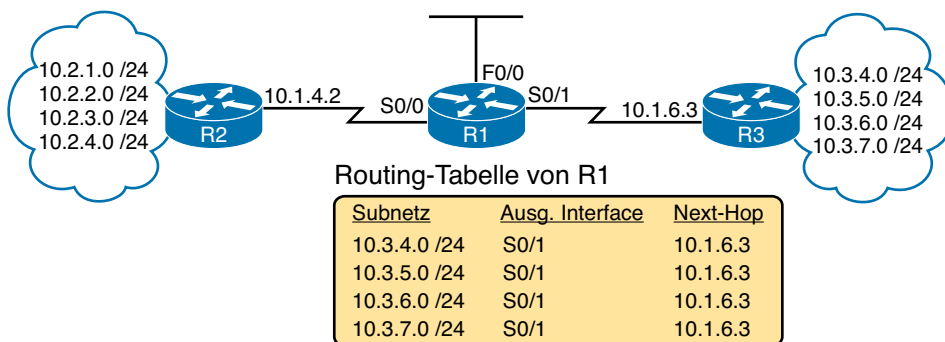


Abbildung O.1 Kleiner Netzwerkverbund mit geeigneten Kandidaten für eine Routenzusammenfassung

Die manuelle Routenzusammenfassung sorgt dafür, dass ein Router bestimmte Routen nicht mehr bekanntgibt, sondern stattdessen eine Route, die eine Obergruppe aller Adressen enthält. Dazu muss der Router, der für die Zusammenfassung sorgt, so konfiguriert werden, dass er die Subnetzadresse und Maske kennt, um sie in einer neuen zusammengefassten Route bekanntzugeben. Das Routing-Protokoll unterbricht die Bekanntgabe der alten, kleineren Routen (die sogenannten untergeordneten Routen) und macht nur noch die zusammengefasste Route bekannt.

Abbildung O.2 greift das Beispiel von O.1 auf und zeigt die Auswirkungen einer zusammengefassten Route, die auf dem Router R3 konfiguriert wurde. Diese zusammengefasste Route ersetzt die Routen für alle vier Subnetze rechts. Um die Berechnungen zu vereinfachen, arbeitet die Zusammenfassung mit dem Subnetz 10.3.0.0/16. Beachten Sie, dass 10.3.0.0/16 alle vier ursprünglichen Subnetze beinhaltet, die in Abbildung O.1 zu sehen sind (plus weitere Adressen).

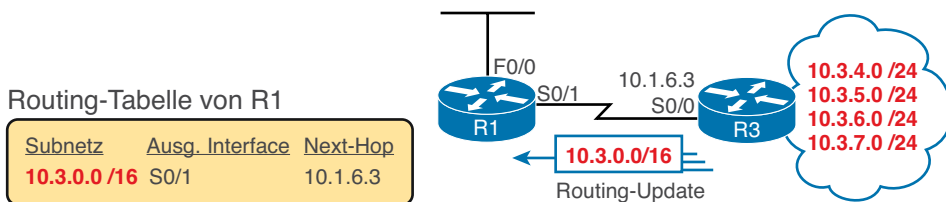


Abbildung O.2 Die Routen für die vier Subnetze rechts werden zu einer Route zusammengefasst.

Von der Erstellung der Konfiguration der zusammengefassten Routen auf R3 profitieren R1 (und die anderen Router im weiteren Netzwerk). Die Routing-Tabelle von R1 verkleinert sich. Wichtiger noch, R1 kann immer noch Pakete an die gleichen ursprünglichen vier Subnetze über das gleiche S0/1-Interface an den gleichen Next-Hop-Router weiterleiten (10.1.6.3, also R3).

Manuelle zusammengefasste Routen verifizieren

Die Routenzusammenfassung wirkt sich auf die Routing-Tabellen der Router aus und bewirkt abhängig davon, ob ein Router einfach die Zusammenfassung gelernt oder selbst erstellt hat, unterschiedliche Resultate. Listing O.1 zeigt die Routing-Tabelle von R1, und zwar einmal, bevor die zusammengefasste Route auf R3 konfiguriert war (siehe Abbildung O.1), und dann, nachdem R3 die zusammengefassten Routen konfiguriert hat (siehe Abbildung O.2). (Beachten Sie, dass das Beispiel nur die Routen zeigt, die vom Routing-Protokoll gelernt wurden, also nicht die direkt verbundenen Routen beinhaltet.)

Schauen Sie sich zuerst die obere Hälfte der Ausgabe im vorherigen Zustand an (basiert auf Abbildung O.1). Der Befehl **show ip route rip** listet nur die durch RIP gelernten Routen auf, dazu statistische Angaben, dass R1 14 Subnetze kennt, und dann acht Routen, die über das Routing Information Protocol (RIP) gelernt wurden. Die anderen sechs Routen sind die drei direkt verbundenen Routen von R1 und die drei lokalen Routen für seine drei Interfaces. Achten Sie insbesondere auf die vier durch RIP gelernten Routen für Subnetze, die mit 10.3 beginnen.

Als Nächstes schauen Sie sich den Zustand nachher im zweiten Teil des Beispiels an. Der große Unterschied besteht natürlich darin, dass der Zustand vorher die vier einzelnen Subnetze zeigte, die mit 10.3 beginnen, und der Zustand hinterher hingegen nur die zusammengefasste Route

Listing O.1 Routing-Tabelle auf R1: Bevor und nachdem die zusammengefasste Route gelernt wurde

```
! Zuerst der Zustand vorher
R1# show ip route rip
! (Erklärungen aus Platzgründen gekürzt)
  10.0.0.0/8 is variably subnetted, 14 subnets, 3 masks
R    10.2.1.0/24 [120/1] via 10.1.4.2, 00:00:20, Serial0/0
R    10.2.2.0/24 [120/1] via 10.1.4.2, 00:00:20, Serial0/0
R    10.2.3.0/24 [120/1] via 10.1.4.2, 00:00:20, Serial0/0
R    10.2.4.0/24 [120/1] via 10.1.4.2, 00:00:20, Serial0/0
R    10.3.4.0/24 [120/1] via 10.1.6.3, 00:00:12, Serial0/1
R    10.3.5.0/24 [120/2] via 10.1.6.3, 00:00:12, Serial0/1
R    10.3.6.0/24 [120/3] via 10.1.6.3, 00:00:12, Serial0/1
R    10.3.7.0/24 [120/4] via 10.1.6.3, 00:00:12, Serial0/1

! Nun der Zustand danach
R1# show ip route rip
! (Erklärungen aus Platzgründen gekürzt)
  10.0.0.0/8 is variably subnetted, 11 subnets, 4 masks
R    10.2.1.0/24 [120/1] via 10.1.4.2, 00:00:20, Serial0/0
R    10.2.2.0/24 [120/1] via 10.1.4.2, 00:00:20, Serial0/0
R    10.2.3.0/24 [120/1] via 10.1.4.2, 00:00:20, Serial0/0
R    10.2.4.0/24 [120/1] via 10.1.4.2, 00:00:20, Serial0/0
R    10.3.0.0/16 [120/1] via 10.1.6.3, 00:00:04, Serial0/1
```

für 10.3.0.0/16. Diese zusammengefasste Route sieht wie jede andere Route aus und weist ein Subnetz, eine Maske sowie den Next-Hop-Router (10.1.6.3) und das ausgehende Interface (Serial 0/1) auf. Wie sich herausstellt, weist nichts in der Zeile darauf hin, dass es sich im Gegensatz zu einem Subnetz, das sich irgendwo im Netzwerkverbund befindet, bei dieser Route um eine zusammengefasste Route handelt.

Weder dieses Buch noch das ICND2-Buch erläutert, wie man zusammengefasste Routen konfiguriert. Der Schwerpunkt liegt hier vielmehr auf der Erklärung der allgemeinen Zusammenhänge bei der Routenzusammenfassung, welche Vorteile das bringt und wie man sich darauf vorbereitet, damit zu arbeiten. Deswegen wird es in der zweiten Hälfte dieses Anhangs um damit zusammenhängende Berechnungen gehen, über die man die beste Wahl für Subnetz und Maske für eine zusammengefasste Route treffen kann.

Die Wahl der besten zusammengefassten Route

Die manuelle Routenzusammenfassung funktioniert am besten, wenn sie schon beim Subnetting mit eingeplant wird. Die Beispiele aus den Abbildungen O.1 und O.2 verwenden einen wohl-durchdachten Plan, in dem die Techniker nur Subnetze verwenden, die mit 10.2 beginnen, wenn sie von R2 ausgehen, und mit 10.3 beginnen, wenn sie von R3 ausgehen.

Beim Erstellen einer zusammengefassten Route tippen manche Netzwerktechniker einen Konfigurationsbefehl mit Subnetz und Maske ein. Viele Kombinationen von Subnetz und Maske können bestimmten Anforderungen genügen, aber nicht alle sind jeweils die beste Option. Die *beste* zusammengefasste Route ist in Zusammenhang mit der Konfiguration von zusammengefassten Routen diejenige, die alle erforderlichen Subnetze, aber *so wenig andere Adressen wie möglich* enthält. Für die Zwecke dieses Buchs definieren wir die beste zusammengefasste Route wie folgt:

**Schlüssel-
thema**

Die beste zusammengefasste Route ist die mit dem kleinsten Adressbereich, in dem noch alle Adressen in allen Subnetzen enthalten sind, die man mit dieser einen zusammengefassten Route zusammenfassen will.

Zum Beispiel definieren in der vorigen Zusammenfassung die Subnetze 10.3.4.0/24, 10.3.5.0/24, 10.3.6.0/24 und 10.3.7.0/24 zusammen einen Adressbereich von 10.3.4.0 bis 10.3.7.255. Die zusammengefasste Route in Listing O.1 (10.3.0.0/16) funktioniert. Darin sind allerdings auch eine Menge IP-Adressen enthalten, die sich nicht in diesen vier ursprünglichen Subnetzen befinden, weil auch der Bereich von 10.3.0.0 bis 10.3.255.255 enthalten ist. Wie sich herausstellt, hat eine andere Option für diese zusammengefasste Route (10.3.4.0/22) einen Adressbereich, der exakt dem Bereich für diese vier Subnetze entspricht (10.3.4.0 bis 10.3.7.255). Der hier aufgeführten Definition nach funktionieren sowohl 10.3.0.0/16 als auch 10.3.4.0/22, aber Letztere ist die beste zusammengefasste Route.

Der zweite Hauptabschnitt dieses Anhangs zeigt, wie man anhand einer Gruppe vorhandener Routen die beste zusammengefasste Route herausfindet.

Der Prozess zur Ermittlung der besten zusammengefassten Route

Sie können für diesen Ablauf mit Versuch und Irrtum arbeiten oder auch begründete Annahmen einsetzen, einen Subnetzrechner verwenden oder irgendeine andere, Ihnen gemäße Methode. Mit Blick auf CCENT und CCNA ist eine einfache, dezimalbasierte Rechnung am sinnvollsten, um die beste zusammengefasste Route festzustellen. Dabei werden bekannte Fähigkeiten eingesetzt: Wir nehmen eine Subnetz-ID und Maske und finden die Subnetz-Broadcast-Adresse, wie bereits in Kapitel 16, »Bestehende Subnetze analysieren«, ausgeführt. Wenn Sie diese Berechnungen sicher durchführen können, sollte der Ablauf unproblematisch sein. (Falls Sie nicht so sicher im Sattel sitzen, schlagen Sie bitte in Kapitel 16 die Berechnungen fürs Subnetting nach, bevor Sie hier weitermachen.)

**Schlüssel-
thema**

Hier folgen nun anhand mehrerer Beispiele die Schritte, wie man anhand dezimaler Berechnungen die beste zusammengefasste Route herausfindet.

- Schritt 1:** Stellen Sie alle (untergeordneten) Subnetzadressen, die zusammengefasst werden sollen, in einer Liste zusammen und sortieren Sie aufsteigend von der kleinsten zur größten, dazu die entsprechenden Subnetz-Broadcast-Adressen.
- Schritt 2:** Stellen Sie den kleinsten und größten Endpunkt des Adressbereichs für alle kombinierten Subnetze fest, indem Sie die numerisch kleinste Subnetz-ID und die numerisch höchste Subnetz-Broadcast-Adresse notieren.
- Schritt 3:** Wählen Sie als Ausgangspunkt für Schritt 4 eine Präfixlänge /P, und zwar so: Wählen Sie die kürzeste Präfixlängenmaske aller untergeordneten Subnetze und ziehen Sie davon 1 ab.

Schritt 4: Berechnen Sie ein neues potenzielles zusammengefasstes Subnetz mit Maske mit der entsprechenden Broadcast-Adresse, anhand der kleinsten untergeordneten Subnetz-ID von der ursprünglichen Liste und der aktuellen Präfixlänge.

- a. Wenn der berechnete Bereich der Adressen den gesamten Bereich aus Schritt 2 umfasst, haben Sie die beste zusammengefasste Route gefunden.
- b. Ist das nicht der Fall, ziehen Sie 1 von der Präfixlänge ab, die Sie in der letzten Berechnung verwendet haben, und wiederholen Sie Schritt 4.

Wie so oft können die Schritte selbst eine ziemliche Herausforderung sein. Hier nun die Kurzfassung: Wählen Sie aus der Liste die kleinste Subnetz-ID, kürzen Sie dabei die kürzeste Maske im Präfixstil immer mehr ab, berechnen Sie basierend auf diesen Details eine neue Subnetz-ID und prüfen Sie, ob diese alle Adressen aus der Liste der ursprünglichen Subnetze enthält. Aber am besten begreift man den Ablauf anhand einiger Beispiele.

Beste zusammengefasste Route für Router R3 (Beispiel)

R3 – in den Abbildungen O.1 und O.2 – baut Verbindungen in die Subnetze 10.3.4.0/24, 10.3.5.0/24, 10.3.6.0/24 und 10.3.7.0/24 auf. Abbildung O.3 zeigt das Ergebnis der ersten drei Schritte, wie sie auf die drei von Router R3 ausgehenden Routen angewendet wurden. Führen Sie folgende Schritte aus:

Schritt 1: Stellen Sie erneut die Subnetz-IDs (und Präfixlängen) in einer Liste zusammen und berechnen Sie die Subnetz-Broadcast-Adressen.

Schritt 2: Identifizieren Sie 10.3.4.0 als kleinste und 10.3.7.255 als größte Subnetz-Broadcast-Adresse, womit Anfangs- und Endpunkt des Bereichs definiert werden, die diese Zusammenfassung beinhalten muss.

Schritt 3: Subtrahieren Sie bei allen /24-Masken 1, sodass der Anfangswert von /P, von dem Sie ausgehen, /23 ist.

<u>/P</u>	① Subnetz	① Broadcast
/24	② 10.3.4.0	10.3.4.255
/24	10.3.5.0	10.3.5.255
/24	10.3.6.0	10.3.6.255
/24	10.3.7.0	② 10.3.7.255
③ $\frac{-1}{23}$		

Abbildung O.3 Die beste Zusammenfassung finden: die ersten drei Schritte des ersten Beispiels

Bei Schritt 4 sind Berechnungen nötig, die so lange wiederholt werden, bis die beste Zusammenfassung gefunden wurde. Als Einstieg nehmen Sie für die Berechnungen in Schritt 4 das in Schritt 3 errechnete /P, also /23. Dann wiederholen Sie die Berechnung, sobald der Schritt 4 nicht bestätigt, dass Sie die beste zusammengefasste Route gefunden haben, mit einer kürzeren Präfixlängenmaske, bis die beste Routenzusammenfassung gefunden wurde.

Der erste Durchgang in Schritt 4 verwendet in diesem Fall die Subnetz-ID 10.3.4.0 und die Maske /23. An diesem Punkt wissen Sie noch nicht einmal, ob es sich bei 10.3.4.0 um eine Subnetzadresse handelt, wenn Sie /23 als Maske nehmen. Also führen Sie die Berechnung so

durch, als wollten Sie sowohl die Subnetzadresse als auch die Broadcast-Adresse berechnen. Die Berechnung zeigt Folgendes:

/23: Subnetz-ID 10.3.4.0, Broadcast 10.3.5.255

In Schritt 4A vergleichen Sie den neu berechneten Subnetzadressbereich mit dem Adressbereich der ursprünglichen Subnetze, wie sie in Schritt 2 identifiziert wurden. Die neue potenziell beste zusammengefasste Route enthält nicht den gesamten Adressbereich der ursprünglichen Subnetze. Also subtrahieren Sie in Schritt 4B von der Präfixlänge 1 ($23 - 1 = 22$) und beginnen Schritt 4 erneut, nun mit der Maske /22.

Beim nächsten Durchgang von Schritt 4 beginnen Sie wiederum mit der kleinsten ursprünglichen Subnetz-ID (10.3.4.0) und berechnen anhand des aktuellen Präfixes /22 die Subnetz-ID und Broadcast-Adresse. So kommen Sie auf Folgendes:

/22: Subnetz-ID 10.3.4.0, Broadcast 10.3.7.255

Wieder zu Schritt 4A: Dieser Bereich passt genau zu dem in Abbildung O.3 gezeigten Bereich. So haben Sie also Subnetz und Maske für die beste zusammengefasste Route gefunden: 10.3.4.0/22.

Beste zusammengefasste Route für Router R2 (Beispiel)

Abbildung O.1 zeigt rechts und links jeweils vier Subnetze. Bisher haben wir in diesem Anhang die Subnetze links weitgehend ignoriert, aber nun können Sie dafür die beste zusammengefasste Route errechnen. Hierbei handelt es sich um die Routen für die Subnetze 10.2.1.0/24, 10.2.2.0/24, 10.2.3.0/24 und 10.2.4.0/24.

Abbildung O.4 zeigt die Ergebnisse dieser drei ersten Schritte.

- Schritt 1:** Stellen Sie erneut die Subnetz-IDs (und Präfixlängen) in einer Liste zusammen und berechnen Sie die Subnetz-Broadcast-Adressen.
- Schritt 2:** Identifizieren Sie 10.2.1.0 als kleinste und 10.2.4.255 als größte Subnetz-Broadcast-Adresse, womit Anfangs- und Endpunkt des Bereichs definiert werden, die diese Zusammenfassung beinhalten muss.
- Schritt 3:** Wie beim vorigen Beispiel, wo alle vier Masken /24 waren, ziehen Sie als Ausgangswert für /P 1 ab, nehmen also /23.

/P	① Subnetz	① Broadcast
/24	② 10.2.1.0	10.2.1.255
/24	10.2.2.0	10.2.2.255
/24	10.2.3.0	10.2.3.255
/24	10.2.4.0	② 10.2.4.255
③ $\frac{-1}{23}$		

Abbildung O.4 Die beste Zusammenfassung finden: die ersten drei Schritte des zweiten Beispiels

Der erste Durchgang in Schritt 4 verwendet die Subnetz-ID 10.2.1.0 und die Maske /23. An diesem Punkt wissen Sie noch nicht einmal, ob es sich bei 10.2.1.0 um eine Subnetzadresse handelt, wenn Sie /23 als Maske nehmen. Also führen Sie die Berechnung so durch, als wollten Sie sowohl die Subnetzadresse als auch die Broadcast-Adresse berechnen. In diesem Fall ergibt die Berechnung:

/23: Subnetz-ID 10.2.0.0, Broadcast 10.2.1.255

In Schritt 4A vergleichen Sie diesen Bereich mit dem aus Abbildung O.4. Diese neue potenziell beste zusammengefasste Route inkludiert nicht den gesamten Bereich. Also subtrahieren Sie in Schritt 4B von der Präfixlänge 1 ($23 - 1 = 22$) und beginnen Schritt 4 erneut, nun mit der Maske /22.

Beim nächsten Durchgang von Schritt 4 beginnen Sie mit der kleinsten ursprünglichen Subnetz-ID (10.2.1.0) und berechnen anhand des aktuellen Präfix /22 Subnetz-ID und Broadcast-Adresse. So kommen Sie auf Folgendes:

/22: Subnetz-ID 10.2.0.0, Broadcast 10.2.3.255

Dieser neue Bereich umfasst die Adressen von drei der vier ursprünglichen Subnetze, aber nicht 10.2.4.0/24. Also noch einmal Schritt 4 durchlaufen – dieses Mal mit der Maske /21. So kommen Sie auf Folgendes:

/21: Subnetz-ID 10.2.0.0, Broadcast 10.2.7.255

Dieses neue Subnetz beinhaltet den gesamten Bereich und ist somit die beste zusammengefasste Route für diese Subnetze.

Übung: Die Wahl der besten zusammengefassten Routen

Tabelle O.1 listet vier Subnetzgruppen auf, die als Teil einer zusammengefassten Route zusammengefasst werden sollen. Finden Sie die Kombination aus Subnetzadresse und Maske, die dafür die beste zusammengefasste Route ergibt, zumindest nach Definition aus dem vorigen Abschnitt.

Tabelle O.1 Übungsaufgaben: Die beste zusammengefasste Route finden

Aufgabe 1	Aufgabe 2	Aufgabe 3	Aufgabe 4
10.1.50.0/23	172.16.112.0/24	192.168.1.160/28	172.16.125.0/24
10.1.48.0/23	172.16.114.0/25	192.168.1.152/30	172.16.126.0/24
10.1.46.0/23	172.16.116.0/23	192.168.1.192/29	172.16.127.0/24
10.1.52.0/23	172.16.111.0/24	192.168.1.128/28	172.16.128.0/24

Die Antworten finden Sie im Abschnitt »Antworten auf die Übungsaufgaben« weiter hinten in diesem Anhang.

Aufgaben zur Prüfungsvorbereitung

Alle Schlüsselthemen wiederholen

Wiederholen Sie die wichtigsten Themen aus diesem Anhang. Diese sind mit dem Symbol »Schlüsselthema« gekennzeichnet. Tabelle O.2 listet diese Themen sowie die Seitennummern auf, auf denen diese Themen zu finden sind.

Tabelle O.2 Schlüsselthemen in Anhang 23

Schlüssel-
thema

Element	Beschreibung	Seite
Definition	Kriterien für die beste zusammengefasste Route anhand einer vorgegebenen Gruppe von Subnetzen	
Liste	Prozess zur Ermittlung der besten manuellen zusammengefassten Route	

Definitionen von Schlüsselbegriffen

Nachdem Sie den Anhang erstmals gelesen haben, sollten Sie versuchen, diese Schlüsselbegriffe zu definieren. Es ist jedoch nicht schlimm, wenn Ihnen dies nicht auf Anhieb bei allen Begriffen gelingt. In Kapitel 37, »Abschließende Wiederholung«, erhalten Sie Informationen zur Verwendung dieser Begriffe in den letzten Phasen Ihrer Prüfungsvorbereitung.

klassenbezogenes und klassenloses Routing-Protokoll, überschneidende Subnetze, Variable-Length Subnet Masks (VLSM), zusammenhängendes (contiguous) und nicht zusammenhängendes (discontiguous) Netzwerk

Antworten auf frühere Übungsaufgaben

In diesem Abschnitt werden die Antworten auf die vier Übungsaufgaben im Abschnitt »Übung: Die Wahl der besten zusammengefassten Routen« weiter vorn in diesem Kapitel gegeben. Dieser Abschnitt zeigt die Antworten zusammen mit der Beschreibung, wie man den Prozess aus diesem Buch für die Lösung der Aufgaben nutzt.

Für jede Aufgabe listet die erste Tabelle die Resultate der ersten beiden Schritte auf. Die grau hinterlegten Zellen zeigen Anfangs- und Endpunkt des Adressbereichs, den die neue zusammengefasste Route umschließen muss. Die zweite Tabelle für jede Aufgabe zeigt das Ergebnis eines jeden Durchlaufs durch Schritt 4, wobei der finale Durchlauf (ganz rechts außen) die korrekte Antwort ist.

Aufgabe 1

Tabelle O.3 Übungsaufgabe 1: Die beiden ersten Schritte

Subnetz-IDs/Masken	Subnetz-Broadcasts
10.1.50.0/23	10.1.51.255
10.1.48.0/23	10.1.49.255
10.1.46.0/23	10.1.47.255
10.1.52.0/23	10.1.53.255

Für Aufgabe 1 sind in Schritt 3 alle Masken /23, also wäre die initiale Maske um 1 kleiner und somit /22. Um die korrekte Antwort zu finden, sind vier Durchläufe zur Berechnung einer neuen Subnetz-ID und Maske nötig. Die endgültige Antwort steht in Tabelle O.4.

Tabelle O.4 Übungsaufgabe 1: Mehrere Durchläufe in Schritt 4 (korrekte Antwort grau hinterlegt)

Alle Durchläufe verwenden 10.1.46.0.	1. Durchlauf: /22	2. Durchlauf: /21	3. Durchlauf: /20	4. Durchlauf: /19
Subnetz-ID	10.1.44.0	10.1.40.0	10.1.32.0	10.1.32.0
Broadcast-Adresse	10.1.47.255	10.1.47.255	10.1.47.255	10.1.63.255

Aufgabe 2

Tabelle O.5 Übungsaufgabe 2: Die beiden ersten Schritte

Subnetz-IDs/Masken	Subnetz-Broadcasts
172.16.112.0/24	172.16.112.255
172.16.114.0/25	172.16.114.127
172.16.116.0/23	172.16.117.255
172.16.111.0/24	172.16.111.255

Für Aufgabe 2 ist in Schritt 3 /23 die kürzeste Maske, also wäre die initiale Maske um 1 kleiner und somit /22. Um die korrekte Antwort zu finden, sind vier Durchläufe zur Berechnung einer neuen Subnetz-ID und Maske nötig. Die endgültige Antwort steht in Tabelle O.6.

Tabelle O.6 Übungsaufgabe 2: Mehrere Durchläufe in Schritt 4 (korrekte Antwort grau hinterlegt)

Alle Durchläufe verwenden 172.16.111.0.	1. Durchlauf: /22	2. Durchlauf: /21	3. Durchlauf: /20	4. Durchlauf: /19
Subnetz-ID	172.16.108.0	172.16.104.0	172.16.96.0	172.16.96.0
Broadcast-Adresse	172.16.111.255	172.16.111.255	172.16.111.255	172.16.127.255

Aufgabe 3

Tabelle O.7 Übungsaufgabe 3: Die beiden ersten Schritte

Subnetz-IDs/Masken	Subnetz-Broadcasts
192.168.1.160/28	192.168.1.175
192.168.1.152/30	192.168.1.155
192.168.1.192/29	192.168.1.199
192.168.1.128/28	192.168.1.143

Für Aufgabe 3 ist in Schritt 3 /28 die kürzeste Maske, also wäre die initiale Maske um 1 kleiner und somit /27. Um die korrekte Antwort zu finden, sind drei Durchläufe zur Berechnung einer neuen Subnetz-ID und Maske nötig. Die endgültige Antwort steht in Tabelle O.8.

Tabelle O.8 Übungsaufgabe 3: Mehrere Durchläufe in Schritt 4 (korrekte Antwort grau hinterlegt)

Alle Durchläufe verwenden 192.168.1.128.	1. Durchlauf: /27	2. Durchlauf: /26	3. Durchlauf: /25
Subnetz-ID	192.168.1.128	192.168.1.128	192.168.1.128
Broadcast-Adresse	192.168.1.159	192.168.1.191	192.168.1.255

Aufgabe 4

Tabelle O.9 Übungsaufgabe 4: Die beiden ersten Schritte

Subnetz-IDs/Masken	Subnetz-Broadcasts
172.16.125.0/24	172.16.125.255
172.16.126.0/24	172.16.126.255
172.16.127.0/24	172.16.127.255
172.16.128.0/24	172.16.128.255

Für Aufgabe 4 ist in Schritt 3 /24 die kürzeste Maske, also wäre die initiale Maske um 1 kleiner und somit /23.

Tabelle O.10 Übungsaufgabe 4: Mehrere Durchläufe in Schritt 4

Alle Durchläufe verwenden 172.16.125.0.	1. Durchlauf: /23	2. Durchlauf: /22	3. Durchlauf: /21	4. Durchlauf: /20
Subnetz-ID	172.16.124.0	172.16.124.0	172.16.120.0	172.16.112.0
Broadcast-Adresse	172.16.125.255	172.16.127.255	172.16.127.255	172.16.127.255

Tabelle O.10 zeigt immer noch nicht die richtige Antwort. Wenn Sie weitermachen, kommen Sie schließlich bei /16 an und finden so die beste Zusammenfassung: 172.16.0.0/16.