

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	17
Einleitung	21
Teil I: LAN-Switching	44
1 VLANs	47
1.1 Überprüfen Sie Ihren Wissensstand	47
1.2 Wissensgrundlage	51
1.3 VLAN-Funktionen	52
1.3.1 Trunking mit ISL und 802.1Q	54
1.3.2 IP-Subnetze und VLANs	58
1.3.3 Das VTP-Protokoll	59
1.4 Konfiguration und Verifizierung von VLANs und VLAN-Trunking	68
1.4.1 VLANs erstellen und einer Schnittstelle zuordnen	68
1.4.2 VLAN-Trunking konfigurieren	75
1.4.3 VLANs und Trunking absichern	84
1.5 VTP-Konfiguration und -Verifizierung	85
1.5.1 VTP-Server und -Clients konfigurieren	85
1.5.2 Vorsichtsmaßnahmen bei einer Veränderung der VTP-Default-Konfiguration	90
1.5.3 Transparenten VTP-Modus konfigurieren	91
1.5.4 Behebung von VTP-Problemen	92
1.6 Prüfungsvorbereitung	102
1.6.1 Wiederholung	102
1.6.2 Vervollständigen Sie die Listen und Tabellen	103
1.6.3 Wichtige Definitionen	103
1.6.4 Befehlsreferenz	103

6 CCNA ICND2-Prüfungshandbuch

2 Das Spanning-Tree-Protokoll	107
2.1 Überprüfen Sie Ihren Wissensstand	107
2.2 Wissensgrundlage	111
2.3 Das Spanning-Tree-Protokoll (IEEE 802.1d)	111
2.3.1 Warum ein Spanning-Tree notwendig ist	111
2.3.2 Was Spanning-Tree bewirkt	113
2.3.3 Wie Spanning-Tree funktioniert	115
2.3.4 Optionale STP-Eigenschaften	126
2.4 Rapid STP (IEEE 802.1w)	129
2.4.1 Konnektivitätstypen bei RSTP	130
2.4.2 Port-Zustände bei RSTP	132
2.4.3 Port-Funktionen bei RSTP	132
2.4.4 Konvergenz bei RSTP	134
2.5 STP-Konfiguration und -Verifizierung	139
2.5.1 Mehrere STP-Instanzen	139
2.5.2 Konfigurationsoptionen, die sich auf die Spanning-Tree-Topologie auswirken	141
2.5.3 STP-Default-Funktion verifizieren	143
2.5.4 STP-Port-Kosten und Switch-Priorität konfigurieren	146
2.5.5 PortFast und BPDU Guard konfigurieren	148
2.5.6 EtherChannel konfigurieren	148
2.5.7 RSTP konfigurieren	151
2.6 Behebung von STP-Problemen	152
2.6.1 Root-Switch bestimmen	153
2.6.2 Root-Port auf Nicht-Root-Switches bestimmen	155
2.6.3 Designierten Port für LAN-Segmente bestimmen	157
2.6.4 Konvergenz bei STP	159
2.7 Aufgaben zur Prüfungsvorbereitung	160
2.7.1 Wiederholung	160
2.7.2 Vervollständigen Sie die Listen und Tabellen	161
2.7.3 Wichtige Definitionen	161
2.7.4 Befehlsreferenz	161
3 Troubleshooting beim LAN-Switching	165
3.1 Fragen zur Einschätzung des Wissensstandes	166
3.2 Wissensgrundlage	166
3.3 Allgemeine Ansätze zur Problembehebung	166
3.3.1 Normalbetrieb des Netzwerks analysieren und prognostizieren	167

3.3.2	Probleme eingrenzen	172
3.3.3	Ursachenanalyse	173
3.3.4	Prüfungsaufgaben und die Praxis	174
3.4	Problembehebung bei der LAN-Switching-Datenebene	175
3.4.1	Der normale Weiterleitungsvorgang bei LAN-Switches	175
3.4.2	Schritt 1: Netzwerkdiagramme mit CDP überprüfen	178
3.4.3	Schritt 2: Schnittstellenprobleme eingrenzen	180
3.4.4	Schritt 3: Probleme in Zusammenhang mit Filterung und Port-Security beheben	187
3.4.5	Schritt 4: VLAN- und Trunking-Probleme beheben	192
3.4.6	Problembehebung auf der Datenebene (Beispiel)	197
3.5	Prognose des Normalbetriebs der LAN-Switching-Datenebene	209
3.5.1	Broadcast von PC1 in VLAN 1	209
3.5.2	Weiterleitungspfad eines Unicasts von R1 zu PC1	213
3.6	Prüfungsvorbereitung	217
3.6.1	Wiederholung	217
3.6.2	Vervollständigen Sie die Listen und Tabellen	217
Teil II: IP-Routing		218
4 IP-Routing: Statische und direkt verbundene Routen		221
4.1	Fragen zur Einschätzung des Wissensstandes	221
4.2	Wissensgrundlage	224
4.3	IP-Routing und Adressierung	225
4.3.1	IP-Routing	225
4.3.2	IP-Addressierung und Subnetzbildung	229
4.3.3	DNS, DHCP, ARP und ICMP	235
4.3.4	Fragmentierung und MTU	238
4.4	Routen zu direkt verbundenen Subnetzen	240
4.4.1	Sekundäre IP-Adressierung	240
4.4.2	Direkt verbundene Routen in das Subnetz Null	243
4.4.3	ISL- und 802.1Q-Konfiguration auf Routern	244
4.5	Statische Routen	247
4.5.1	Statische Routen konfigurieren	249
4.5.2	Der erweiterte ping-Befehl	250
4.5.3	Statische Default-Routen	253
4.5.4	Zusammenfassung zu den Default-Routen	257
4.5.5	Klassenbezogenes und klassenloses Routing	258

8 CCNA ICND2-Prüfungshandbuch

4.6	Prüfungsvorbereitung	262
4.6.1	Wiederholung	262
4.6.2	Vervollständigen Sie die Listen und Tabellen	263
4.6.3	Wichtige Definitionen	263
4.6.4	Befehlsreferenz	263
5	VLSM und Routenzusammenfassung	267
5.1	Überprüfen Sie Ihren Wissensstand	267
5.2	Wissensgrundlage	270
5.3	VLSM	270
5.3.1	Klassenbezogene und klassenlose Routing-Protokolle	272
5.3.2	Überlappende VLSM-Subnetze	272
5.3.3	Mit VLSM ein Subnetzschema bilden	274
5.3.4	Neues Subnetz zu vorhandenem Design hinzufügen	277
5.3.5	VLSM konfigurieren	280
5.4	Manuelle Zusammenfassung von Routen	280
5.4.1	Prinzip der Routenzusammenfassung	281
5.4.2	Strategien der Routenzusammenfassung	285
5.5	Autosummierung und nicht zusammenhängende klassenbezogene Netzwerke	288
5.5.1	Autosummierung: Ein Beispiel	289
5.5.2	Nicht zusammenhängende klassenbezogene Netzwerke	291
5.5.3	Unterstützung und Konfiguration der Autosummierung	293
5.6	Aufgaben zur Prüfungsvorbereitung	294
5.6.1	Wiederholung	294
5.6.2	Vervollständigen Sie die Listen und Tabellen	295
5.6.3	Wichtige Definitionen	295
5.6.4	Szenarien in Anhang F lesen	295
5.6.5	Befehlsreferenz	295
6	IP-ACLs	297
6.1	Überprüfen Sie Ihren Wissensstand	298
6.2	Wissensgrundlage	301
6.3	Standard-ACLs	301
6.3.1	Konzepte von Standard-ACLs	302
6.3.2	Standard-ACLs konfigurieren	309
6.4	Erweiterte ACLs	315
6.4.1	Funktion erweiterter ACLs	315
6.4.2	Vergleich von TCP- und UDP-Port-Nummern	317
6.4.3	Erweiterte ACLs konfigurieren	320

6.5	Fortschritte bei der ACL-Konfiguration	325
6.5.1	ACLs mit Namen	325
6.5.2	ACLs mit Sequenznummern editieren	328
6.6	Weitere ACL-Themen	331
6.6.1	Telnet- und SSH-Zugriff mit ACLs steuern	331
6.6.2	Einsatz von ACLs	333
6.6.3	Reflexive ACLs	335
6.6.4	Dynamische ACLs	336
6.6.5	Zeitbasierte ACLs	338
6.7	Aufgaben zur Prüfungsvorbereitung	338
6.7.1	Wiederholung	338
6.7.2	Vervollständigen Sie die Listen und Tabellen	339
6.7.3	Szenarien in Anhang F lesen	339
6.7.4	Wichtige Definitionen	339
6.7.5	Befehlsreferenz	340
7	Troubleshooting beim IP-Routing	343
7.1	Überprüfen Sie Ihren Wissensstand	343
7.2	Wissensgrundlage	343
7.3	Die Befehle »ping« und »traceroute«	344
7.3.1	ICMP	344
7.3.2	Der Befehl »traceroute«	351
7.4	Probleme bei der Paketweiterleitung beheben	354
7.4.1	Hostbezogene Routing-Probleme eingrenzen	354
7.4.2	Router-bezogene Routing-Probleme eingrenzen	356
7.5	Tools und Tipps zur Problembehebung	365
7.5.1	Host-bezogene Routing-Tools und Aspekte	366
7.5.2	Referenz zum Befehl »show ip route«	368
7.5.3	Schnittstellenzustand	370
7.5.4	VLSM-Probleme	370
7.5.5	Nicht zusammenhängende Netzwerke und Autosummierung	376
7.5.6	Hinweise zum Troubleshooting bei ACLs	377
7.6	Prüfungsvorbereitung	380
7.6.1	Wiederholung	380
7.6.2	Vervollständigen Sie die Listen und Tabellen	381
7.6.3	Wichtige Definitionen	381

Teil III: Konfiguration und Problembehebung bei Routing-Protokollen	382
8 Theorie zu Routing-Protokollen	385
8.1 Fragen zur Einschätzung des Wissensstandes	385
8.2 Wissensgrundlage	389
8.3 Übersicht zu den dynamischen Routing-Protokollen	389
8.3.1 Funktionen von Routing-Protokollen	390
8.3.2 Interne und externe Routing-Protokolle	392
8.3.3 IGPs vergleichen	393
8.3.4 Administrative Distanz	397
8.4 Merkmale von Distanzvektor-Protokollen	399
8.4.1 Das Prinzip von Distanz und Vektor	399
8.4.2 Betrieb von Distanzvektor-Protokollen in einem stabilen Netzwerk	401
8.4.3 Routing-Schleifen verhindern	403
8.4.4 Zusammenfassung zum Distanzvektor-Routing	416
8.5 Eigenschaften von Link-State-Protokollen	416
8.5.1 Identische Link-State-Datenbanken auf allen Routern erstellen	417
8.5.2 Mit Dijkstras SPF-Algorithmus die beste Route finden	419
8.5.3 Konvergenz mit Link-State-Protokollen	422
8.5.4 Zusammenfassung und Vergleich mit den Distanzvektor-Protokollen	422
8.6 Prüfungsvorbereitung	424
8.6.1 Wiederholung	424
8.6.2 Vervollständigen Sie die Listen und Tabellen	425
8.6.3 Wichtige Definitionen	425
8.6.4 Befehlsreferenz	425
9 OSPF	427
9.1 Fragen zur Einschätzung des Wissensstandes	427
9.2 Wissensgrundlage	431
9.3 OSPF: Protokolle und Betrieb	431
9.3.1 OSPF-Nachbarn	431
9.3.2 Austausch der Topologiedatenbanken	437
9.3.3 Die Routing-Tabelle erstellen	442
9.3.4 OSPF über ein hierarchisches Design skalieren	443
9.4 OSPF-Konfiguration	448
9.4.1 OSPF für eine Area konfigurieren	449
9.4.2 OSPF für mehrere Areas konfigurieren	451

9.4.3	OSPF-Router-ID konfigurieren	454
9.4.4	Die Hello- und Dead-Timer	455
9.4.5	OSPF-Kostenmetriken	457
9.4.6	OSPF-Authentifizierung	458
9.4.7	OSPF-Lastausgleich	461
9.5	Aufgaben zur Prüfungsvorbereitung	462
9.5.1	Wiederholung	462
9.5.2	Vervollständigen Sie die Listen und Tabellen	463
9.5.3	Wichtige Definitionen	463
9.5.4	Befehlsreferenz	463
10	EIGRP	467
10.1	Fragen zur Einschätzung des Wissensstandes	467
10.2	EIGRP: Konzepte und Betrieb	470
10.2.1	EIGRP-Nachbarn	471
10.2.2	EIGRP-Topologiedaten austauschen	472
10.2.3	Die besten Routen für die Routing-Tabelle berechnen	473
10.2.4	EIGRP-Konvergenz	477
10.2.5	Zusammenfassung zu EIGRP und Vergleich mit OSPF	480
10.3	EIGRP-Konfiguration und -Verifizierung	481
10.3.1	Grundlegende EIGRP-Konfiguration	482
10.3.2	Metrik, Successor-Route und FS-Route bei EIGRP	485
10.3.3	EIGRP-Authentifizierung	490
10.3.4	Höchstanzahl der EIGRP-Pfade und EIGRP-Varianz	493
10.3.5	EIGRP-Metrikberechnungen optimieren	495
10.4	Aufgaben zur Prüfungsvorbereitung	496
10.4.1	Wiederholung	496
10.4.2	Vervollständigen Sie die Listen und Tabellen	497
10.4.3	Wichtige Definitionen	497
10.4.4	Befehlsreferenz	497
11	Troubleshooting bei Routing-Protokollen	501
11.1	Fragen zur Einschätzung des Wissensstandes	502
11.2	Wissensgrundlage	502
11.3	Perspektiven der Problembehebung bei Routing-Protokollen	503
11.4	Schnittstellen mit aktiviertem Routing-Protokoll	505
11.4.1	Beispiel für die Problembehebung bei EIGRP-Schnittstellen	506
11.4.2	Beispiel für das Troubleshooting bei OSPF-Schnittstellen	511

12 CCNA ICND2-Prüfungshandbuch

11.5	Nachbarschaftsbeziehungen	513
11.5.1	Nachbarschaftsanforderungen bei EIGRP	515
11.5.2	Nachbarschaftsanforderungen bei OSPF	518
11.6	Aufgaben zur Prüfungsvorbereitung	525
11.6.1	Wiederholung	525
11.6.2	Vervollständigen Sie die Listen und Tabellen	526
11.6.3	Befehlsreferenz	526
Teil IV: WANs		528
12	Point-to-Point-WANs	531
12.1	Fragen zur Einschätzung des Wissensstandes	531
12.2	Wissensgrundlage	534
12.3	PPP-Funktionen	535
12.3.1	Das PPP-Protokollfeld	535
12.3.2	LCP	536
12.4	PPP-Konfiguration	541
12.4.1	PPP-Basiskonfiguration	541
12.4.2	CHAP-Konfiguration und -Verifizierung	543
12.4.3	PAP-Konfiguration	544
12.5	Troubleshooting bei seriellen Verbindungen	544
12.5.1	Schicht-1-Probleme beheben	546
12.5.2	Schicht-2-Probleme beheben	547
12.5.3	Schicht-3-Probleme beheben	551
12.6	Prüfungsvorbereitung	554
12.6.1	Wiederholung	554
12.6.2	Vervollständigen Sie die Listen und Tabellen	554
12.6.3	Wichtige Definitionen	555
12.6.4	Befehlsreferenz	555
13	Frame Relay	557
13.1	Fragen zur Einschätzung des Wissensstandes	557
13.2	Wissensgrundlage	561
13.3	Frame Relay im Überblick	562
13.3.1	Frame Relay-Standards	564
13.3.2	Virtuelle Leitungen	565
13.3.3	LMI und Kapselungstypen	568
13.4	Frame Relay-Adressierung	570
13.4.1	Lokale Frame Relay-Adressierung	571
13.4.2	Globale Frame Relay-Adressierung	572
13.5	Frame Relay-Aspekte der Vermittlungsschicht	575

13.5.1	Schicht-3-Adressierung bei Frame Relay: Ein Subnetz für alle Frame Relay-DTEs	576
13.5.2	Schicht-3-Adressierung bei Frame Relay: Ein Subnetz je VC	577
13.5.3	Schicht-3-Adressierung bei Frame Relay: Der Hybridansatz	579
13.5.4	Umgang mit Schicht-3-Broadcasts	580
13.6	Datenrate und Verwerfen von Daten in der Frame Relay-Wolke	581
13.6.1	FECN und BECN	582
13.6.2	Das DE-Bit	583
13.7	Prüfungsvorbereitung	584
13.7.1	Wiederholung	584
13.7.2	Vervollständigen Sie die Listen und Tabellen	585
13.7.3	Definitionen von Schlüsselbegriffen	585
14	Konfiguration und Problembehebung bei Frame Relay	587
14.1	Fragen zur Einschätzung des Wissensstandes	587
14.2	Wissensgrundlage	591
14.3	Frame Relay-Konfiguration und -Verifizierung	591
14.3.1	Eine Frame Relay-Konfiguration planen	591
14.3.2	Vollständig vermaschtes Netzwerk mit einem IP-Subnetz	593
14.3.3	Kapselung und LMI konfigurieren	595
14.3.4	Frame Relay-Mapping	597
14.3.5	Teilvermaschtes Netzwerk mit einem IP-Subnetz pro VC	602
14.3.6	Teilvermaschtes Netzwerk mit vollständig vermaschten Teilen	609
14.4	Troubleshooting bei Frame Relay	612
14.4.1	Empfehlung zur Problembehebung unter Frame Relay	613
14.4.2	Schicht-1-Probleme auf der Zugangsleitung (Schritt 1)	615
14.4.3	Schicht-2-Probleme auf der Zugangsleitung (Schritt 2)	615
14.4.4	PVC-Status und PVC-Probleme (Schritt 3)	618
14.4.5	Probleme mit dem Frame Relay-Mapping (Schritt 4)	625
14.4.6	Ende-zu-Ende-Kapselung (Schritt 5)	627
14.4.7	Fehlangepasste Subnetzadressen (Schritt 6)	627
14.5	Aufgaben zur Prüfungsvorbereitung	628
14.5.1	Wiederholung	628
14.5.2	Vervollständigen Sie die Listen und Tabellen	628
14.5.3	Szenarien in Anhang F lesen	628
14.5.4	Befehlsreferenz	629

14 CCNA ICND2-Prüfungshandbuch

15	VPNs	631
15.1	Fragen zur Einschätzung des Wissensstandes	631
15.2	Wissensgrundlage	634
15.3	VPN-Grundlagen	634
15.4	IPSec-VPNs	638
15.4.1	IPSec-Verschlüsselung	638
15.4.2	IPSec-Schlüsselaustausch	640
15.4.3	IPSec-Authentifizierung und Nachrichtenintegrität	641
15.4.4	Die Sicherheitsprotokolle ESP und AH	643
15.4.5	Aspekte der IPSec-Implementierung	644
15.5	SSL-VPNs	645
15.6	Aufgaben zur Prüfungsvorbereitung	648
15.6.1	Wiederholung	648
15.6.2	Vervollständigen Sie die Listen und Tabellen	649
15.6.3	Definitionen von Schlüsselbegriffen	649
Teil V: IP-Adressraum skalieren		650
16	NAT	653
16.1	Fragen zur Einschätzung des Wissensstandes	653
16.2	Wissensgrundlage	657
16.3	Perspektiven der IPv4-Adressskalierbarkeit	657
16.3.1	CIDR	658
16.3.2	Private Adressierung	661
16.4	NAT-Funktionen	662
16.4.1	Statisches NAT	663
16.4.2	Dynamische NAT-Funktion	666
16.5	Konfiguration und Problembehebung bei NAT	672
16.5.1	Statische NAT-Funktion konfigurieren	672
16.5.2	Dynamische NAT-Funktion konfigurieren	675
16.5.3	NAT-Overloading (PAT) konfigurieren	680
16.5.4	Troubleshooting bei NAT	683
16.6	Prüfungsvorbereitung	685
16.6.1	Wiederholung	685
16.6.2	Vervollständigen Sie die Listen und Tabellen	686
16.6.3	Wichtige Definitionen	686
16.6.4	Befehlsreferenz	686

17 IPv6	689
17.1 Fragen zur Einschätzung des Wissensstandes	689
17.2 Wissensgrundlage	692
17.3 Globale Unicast-Adressierung, Routing und Subnetzbildung	694
17.3.1 Globale Routensummlierung für effizientes Routing	695
17.3.2 Darstellung von IPv6-Adressen	697
17.3.3 Darstellung von IPv6-Präfixen	699
17.3.4 Beispiel für die Zuweisung globaler Unicast-Präfixe	702
17.3.5 Subnetzbildung bei globalen IPv6-Unicast-Adressen in einem Unternehmen	704
17.3.6 Terminologie bei Präfixen	707
17.4 IPv6-Protokolle und Adressierung	707
17.4.1 DHCP für IPv6	708
17.4.2 Host-Adresszuordnung bei IPv6	709
17.4.3 Default-Gateway mit NDP entdecken	715
17.4.4 IP-Adressen von DNS-Servern erlernen	715
17.4.5 IPv6-Adressen	716
17.4.6 Zusammenfassung zu IP-Protokollen und -Adressierung	720
17.5 Konfiguration von IPv6-Routing und Routing-Protokollen	721
17.5.1 IPv6-Routing-Protokolle	722
17.5.2 IPv6-Konfiguration	722
17.6 IPv6-Migrationsoptionen	726
17.6.1 Dual-Stacks bei IPv4 und IPv6	727
17.6.2 Tunneling	727
17.6.3 Zwischen IPv4 und IPv6 mit NAT-PT übersetzen	729
17.6.4 Zusammenfassung zur Migration	730
17.7 Prüfungsvorbereitung	731
17.7.1 Wiederholung	731
17.7.2 Vervollständigen Sie die Listen und Tabellen	732
17.7.3 Wichtige Definitionen	732
17.7.4 Befehlsreferenz	732

Teil VI: Abschließende Vorbereitung	734
18 Abschließende Vorbereitung	737
18.1 Lernhilfen zur Vorbereitung	738
18.1.1 Prüfungsmodul und Fragen auf der CD	738
18.1.2 Das Cisco CCNA Prep Center	740
18.1.3 Videos zu Subnetzen, Referenzseiten und Übungsaufgaben	741
18.1.4 Szenarien	742
18.2 Lernplan	742
18.2.1 Fakten wiederholen	743
18.2.2 Subnetzbildung üben	743
18.2.3 Problembehebung mit verschiedenen Szenarien trainieren	746
18.2.4 Das Prüfungsmodul verwenden	746
18.3 Zusammenfassung	749
Teil VII: Anhänge	750
Anhang A: Antworten zu »Überprüfen Sie Ihren Wissensstand«	753
Anhang B: Konvertierungstabelle für Dezimal- und Binärzahlen	769
Anhang C: Aktualisierungen der ICND2-Prüfung, Version 1.0	773
Glossar	777
Stichwortverzeichnis	795