

# Inhalt auf einen Blick

Einleitung	XXV
Erste Schritte	1
<b>Teil I: LAN-Switching</b>	<b>11</b>
Kapitel 1: Konzepte des Spanning-Tree-Protokolls	13
Kapitel 2: STP-Implementierung	45
Kapitel 3: Troubleshooting beim LAN-Switching	81
<b>Teil II: IPv4-Routing</b>	<b>135</b>
Kapitel 4: Troubleshooting beim IPv4-Routing (Teil 1)	137
Kapitel 5: Troubleshooting beim IPv4-Routing (Teil 2)	165
Kapitel 6: Redundante First-Hop-Router erstellen	195
Kapitel 7: VPNs	219
<b>Teil III: IPv4-Routing-Protokolle</b>	<b>245</b>
Kapitel 8: OSPF für IPv4 implementieren	247
Kapitel 9: EIGRP-Konzepte verstehen	285
Kapitel 10: EIGRP für IPv4 implementieren	311
Kapitel 11: Troubleshooting von IPv4-Routingprotokollen	343
<b>Teil IV: WANs</b>	<b>377</b>
Kapitel 12: Point-to-Point-WANs implementieren	379
Kapitel 13: Frame-Relay-Konzepte verstehen	411
Kapitel 14: Frame Relay implementieren	431
Kapitel 15: Weitere WAN-Typen	469
<b>Teil V: IP Version 6</b>	<b>495</b>
Kapitel 16: Troubleshooting von IPv6-Routing	497
Kapitel 17: OSPF für IPv6 implementieren	525
Kapitel 18: EIGRP für IPv6 implementieren	557
<b>Teil VI: Netzwerkverwaltung</b>	<b>585</b>
Kapitel 19: Netzwerkgeräte verwalten	587
Kapitel 20: IOS-Dateien verwalten	609
Kapitel 21: IOS-Lizenzierung verwalten	635
<b>Teil VII: Abschließende Wiederholung</b>	<b>655</b>
Kapitel 22: Abschließende Wiederholung	657

<b>Teil VIII: Anhänge</b>	<b>675</b>
Anhang A: Numerische Referenztabelle	677
Anhang B: Updates für die ICND2-Prüfung	683
Glossar	685
Index	707

### **Anhänge auf CD**

Anhang C: Antworten zu den Fragen zur Einschätzung des Wissensstands

Anhang D: Tabellen zur Gedächtnisübung

Anhang E: Lösungen zu Anhang D

Anhang F: Mindmap-Lösungen

Anhang G: Studienplaner

# Inhalt

<b>Einleitung</b>	.....	<b>XXV</b>
<b>Erste Schritte</b>	.....	<b>1</b>
<b>Teil I: LAN-Switching</b>	.....	<b>11</b>
<b>Kapitel 1 Konzepte des Spanning-Tree-Protokolls</b>	.....	<b>13</b>
Fragen zur Einschätzung des Wissensstands 13		
1.1 Wiederholung zum LAN-Switching	.....	16
Weiterleitungslogik von LAN-Switches	17	
Switch-Überprüfung	18	
MAC-Adressstabelle anzeigen	18	
VLAN eines Frames bestimmen	19	
Trunks überprüfen	21	
1.2 Spanning Tree Protocol (IEEE 802.1D)	.....	22
Warum ein Spanning-Tree notwendig ist	22	
Was Spanning-Tree (IEEE 802.1D) tut	25	
Wie Spanning Tree funktioniert	26	
Bridge-ID und Hello-BPDU	27	
Root-Switch auswählen	28	
Root-Port auswählen	30	
Designierten Port für LAN-Segmente auswählen	32	
STP-Topologie beeinflussen und ändern	33	
STP-Topologie mit Konfigurationsänderungen beeinflussen	34	
Auf Statusänderungen reagieren, die die STP-Topologie beeinflussen	34	
Wie Switches auf Änderungen mit STP reagieren	35	
Interface-Zustände mit STP ändern	37	
1.3 Optionale STP-Merkmale	.....	38
EtherChannel	38	
PortFast	39	
BPDU Guard	40	
Rapid STP (IEEE 802.1w)	40	
Alle Schlüsselthemen wiederholen	42	
Tabellen und Listen aus dem Gedächtnis vervollständigen	43	
Definitionen von Schlüsselbegriffen	43	
<b>Kapitel 2 STP-Implementierung</b>	.....	<b>45</b>
Fragen zur Einschätzung des Wissensstands 45		
2.1 STP-Konfiguration und -Verifizierung	.....	48
STP-Modus festlegen	49	
Wie STP-Konfigurationsoptionen STP-Konzepte zuzuordnen sind	49	
Per-VLAN-Konfigurationseinstellungen	50	
BID und die System-ID-Erweiterung	50	

<i>VLAN-spezifische Portkosten</i>	52
<i>Zusammenfassung der STP-Konfigurationsoptionen</i>	52
STP-Betrieb verifizieren	52
STP-Portkosten konfigurieren	55
Priorität zur Beeinflussung der Root-Auswahl konfigurieren	57
PortFast und BPDU Guard konfigurieren	59
EtherChannel konfigurieren	60
<i>EtherChannel manuell konfigurieren</i>	61
<i>Dynamische EtherChannels konfigurieren</i>	63
<b>2.2 STP-Troubleshooting</b>	64
Root-Switch bestimmen	65
Root-Port auf Nicht-Root-Switches bestimmen	66
<i>STP-Entscheidungsbilfen bei RP-Auswahl</i>	67
<i>Vorschläge für die Bearbeitung von RP-spezifischen Prüfungsaufgaben</i>	69
Designierten Port für LAN-Segmente bestimmen	69
<i>Vorschläge für die Bearbeitung von DP-spezifischen Prüfungsaufgaben</i>	70
STP-Konvergenz	71
Troubleshooting für EtherChannels	72
<i>Fehlerhafte Optionen beim Befehl channel-group</i>	72
<i>Konfigurationsprüfungen vor dem Hinzufügen von Interfaces zu EtherChannels</i>	74
Alle Schlüsselthemen wiederholen	76
Definitionen von Schlüsselbegriffen	76
Befehlsreferenz zur Gedächtnisprüfung	77
<b>Kapitel 3 Troubleshooting beim LAN-Switching</b>	81
Fragen zur Einschätzung des Wissensstands	82
<b>3.1 Allgemeine Ansätze zum Troubleshooting</b>	83
Normalbetrieb des Netzwerks analysieren und prognostizieren	84
<i>Data-Plane analysieren</i>	84
<i>Control-Plane analysieren</i>	86
<i>Zusammenfassung zur Prognose des Normalbetriebs</i>	87
Probleme eingrenzen	87
Ursachenanalyse	89
Prüfungsaufgaben und die Praxis	89
<b>3.2 Troubleshooting bei der LAN-Switching-Data-Plane</b>	90
Der normale Weiterleitungsprozess bei LAN-Switches in der Übersicht	90
Schritt 1: Netzwerkdigramme mit CDP verifizieren	93
Schritt 2: Interface-Probleme eingrenzen	94
<i>Statuscodes bei Interfaces und Gründe für Nichtbetriebszustände</i>	95
<i>Der Status notconnect und die Kabelbelegung</i>	96
<i>Switch-Interface-Geschwindigkeit und Duplexmodus bestimmen</i>	97
<i>Probleme bei Geschwindigkeit und Duplexmodus</i>	98
Schritt 3: Probleme in Zusammenhang mit Filterung und Port-Security beheben	100
Schritt 4: VLAN- und Trunking-spezifische Probleme beheben	105
<i>Sicherstellen, dass die richtigen Access-Interfaces sich in den richtigen VLANs befinden</i>	105
<i>Nicht definierte oder inaktive Access-VLANs</i>	107
<i>Trunks und darüber weitergeleitete VLANs ermitteln</i>	107

<b>3.3 Beispiele und Übungen zum Troubleshooting .....</b>	<b>109</b>
Troubleshooting-Beispiel 1: Probleme auf der LAN-Data-Plane suchen	110
<i>Schritt 1: Richtigkeit des Diagramms mit CDP verifizieren</i>	111
<i>Schritt 2: Auf Interface-Probleme prüfen</i>	112
<i>Schritt 3: Auf Port-Security-Probleme prüfen</i>	114
<i>Schritt 4: Auf VLAN- und VLAN-Trunk-Probleme prüfen</i>	116
Troubleshooting-Beispiel 2: Verhalten der LAN-Data-Plane vorhersagen	120
<i>Der ARP-Request (Broadcast) von PC1</i>	120
<i>ARP-Reply von R1 (Unicast)</i>	124
Alle Schlüsselthemen wiederholen	128
Tabellen und Listen aus dem Gedächtnis vervollständigen	128
Lösungen zum Troubleshooting-Beispiel 1	129
<b>Wiederholung zu Teil I</b>	<b>130</b>
Fragen zur Einschätzung des Wissensstands wiederholen	131
Fragen zur Wiederholung des Buchteils beantworten	131
Schlüsselthemen wiederholen	131
Mindmap für STP-Konzepte erstellen	131
<b>Teil II: IPv4-Routing</b>	<b>135</b>
<b>Kapitel 4 Troubleshooting beim IPv4-Routing (Teil 1) .....</b>	<b>137</b>
Fragen zur Einschätzung des Wissensstands	138
<b>4.1 Normales IPv4-Routing-Verhalten vorhersagen .....</b>	<b>139</b>
IPv4-Routing-Logik auf dem Host	140
Von IPv4-Routern verwendete Routing-Logik	140
<i>IP-Routing auf einem einzelnen Router</i>	141
<i>IP-Routing von Host zu Host</i>	142
<i>Mit ARP-Informationen neue Sicherungsschicht-Header erstellen</i>	143
<b>4.2 Problemeingrenzung mit dem Befehl ping .....</b>	<b>144</b>
Grundlagen zum Ping-Befehl	145
Strategien und Ergebnisse bei Tests mit dem ping-Befehl	146
<i>Längere Routen von der Quelle des Problems aus testen</i>	146
<i>Mit erweitertem Ping-Befehl die Rückroute testen</i>	149
<i>LAN-Nachbarn mit Ping-Standardbefehlen testen</i>	151
<i>LAN-Nachbarn mit erweiterten Ping-Befehlen testen</i>	152
<i>WAN-Nachbarn mit Ping-Standardbefehlen testen</i>	153
Ping-Befehle mit Hostnamen oder IP-Adressen verwenden	154
<b>4.3 Problemeingrenzung mit dem Befehl traceroute .....</b>	<b>155</b>
Grundlagen zu traceroute	155
<i>Funktionsweise des Befehls traceroute</i>	156
<i>traceroute in der Standard- und der erweiterten Variante</i>	157
Mit traceroute Probleme zwischen zwei Routern eingrenzen	159
Alle Schlüsselthemen wiederholen	162
Definitionen von Schlüsselbegriffen	163

<b>Kapitel 5 Troubleshooting beim IPv4-Routing (Teil 2) . . . . .</b>	<b>165</b>
Fragen zur Einschätzung des Wissensstands	166
5.1 Probleme zwischen Host und Default-Router . . . . .	167
Problemursachen infolge von IPv4-Einstellungen	167
Übereinstimmung von IPv4-Einstellungen gewährleisten	167
Auswirkungen fehlangepasster Masken auf die Route in das Subnetz	169
Typische Ursachen für DNS-Probleme	171
Fehlerhafte IP-Adresseinstellung am Default-Router	172
Problemursachen infolge der Default-Router-Konfiguration	173
Fehlerhafte VLAN-Trunking-Konfiguration bei ROAS	173
DHCP-Relay-Probleme	176
Probleme mit dem LAN-Interface des Routers und dem LAN	178
5.2 Probleme beim Routing von Paketen zwischen Routern. . . . .	180
IP-Weiterleitung durch Ermittlung der spezifischsten Route	180
Mit show ip route und Subnetzberechnungen die beste Route finden	181
Mit show ip route adresse die beste Route finden	183
Referenz zum Befehl show ip route	183
Routing-Probleme infolge fehlerhafter Adresspläne	185
Verwendung von VLSM erkennen	185
Überschneidungen bei Nichtverwendung von VLSM	185
Überschneidungen bei Verwendung von VLSM	187
Überschneidende VLSM-Subnetze konfigurieren	188
Router-WAN-Interface-Status	189
Pakete mit ACLs ausfiltern	190
Alle Schlüsselthemen wiederholen	193
Tabellen und Listen aus dem Gedächtnis vervollständigen	193
Definitionen von Schlüsselbegriffen	193
<b>Kapitel 6 Redundante First-Hop-Router erstellen. . . . .</b>	<b>195</b>
Fragen zur Einschätzung des Wissensstands	195
6.1 FHRP-Konzepte. . . . .	198
Warum Redundanz in Netzwerken notwendig ist	198
Warum ein FHRP gebraucht wird	200
Drei Lösungen für First-Hop-Redundanz	202
HSRP-Konzepte	203
HSRP-Failover	203
HSRP-Load-Balancing	205
GLBP-Konzepte	206
6.2 FHRP-Konfiguration und -Überprüfung . . . . .	208
HSRP konfigurieren und überprüfen	208
GLBP konfigurieren und überprüfen	210
Alle Schlüsselthemen wiederholen	215
Tabellen und Listen aus dem Gedächtnis vervollständigen	215
Definitionen von Schlüsselbegriffen	215
Befehlsreferenz zur Gedächtnisprüfung	216

<b>Kapitel 7 VPNs.....</b>	<b>219</b>
Fragen zur Einschätzung des Wissensstands	219
7.1 VPN-Grundlagen .....	222
IPSec-VPNs	225
SSL-VPNs	227
7.2 GRE-Tunnel.....	228
Konzepte von GRE-Tunneln	228
<i>Routing über GRE-Tunnel</i>	228
<i>GRE-Tunnel durch ein ungeschürztes Netzwerk</i>	230
GRE-Tunnel konfigurieren	232
GRE-Tunnel überprüfen	234
Alle Schlüsselthemen wiederholen	237
Tabellen und Listen aus dem Gedächtnis vervollständigen	237
Definitionen von Schlüsselbegriffen	237
Befehlsreferenz zur Gedächtnisprüfung	238
<b>Wiederholung zu Teil II</b>	<b>240</b>
Fragen zur Einschätzung des Wissensstands wiederholen	241
Fragen zur Wiederholung des Buchteils beantworten	241
Schlüsselthemen wiederholen	241
Mindmap für IPv4-Problemursachen erstellen	241
Mindmap für FHRP-Befehle erstellen	242
<b>Teil III: IPv4-Routing-Protokolle</b>	<b>245</b>
<b>Kapitel 8 OSPF für IPv4 implementieren.....</b>	<b>247</b>
Fragen zur Einschätzung des Wissensstands	247
8.1 OSPF: Protokolle und Betrieb.....	250
OSPF im Überblick	250
Nachbarn werden und LSDB austauschen	252
<i>Gute Nachbarn werden</i>	252
<i>Vollständiger LSA-Austausch mit den Nachbarn</i>	253
<i>Nachbarn und die LSDB pflegen</i>	254
<i>DRs via Erbener verwenden</i>	255
OSPF mit Areas skalieren	257
<i>OSPF-Areas</i>	258
<i>Berechnungsdauer des SPF-Algorithmus mit Areas verringern</i>	259
<i>Vorteile eines OSPF-Designs mit Areas</i>	260
Link-State-Advertisements	261
<i>Router-LSAs erstellen den Großteil der Area-internen Topologie</i>	262
<i>Netzwerk-LSAs vervollständigen die Area-interne Topologie</i>	262
<i>LSAs in einem Multi-Area-Design</i>	264
Mit SPF die besten Routen berechnen	266
Administrative Distanz	267
8.2 OSPF-Konfiguration und -Überprüfung .....	269
Die OSPFv2-Konfiguration im Überblick	269
Beispiel für eine OSPFv2-Konfiguration in einem Multi-Area-Design	270
<i>Single-Area-Konfigurationen</i>	271
<i>Multi-Area-Konfiguration</i>	272

Multi-Area-Konfiguration überprüfen	274
<i>Interfaces eines ABR auf richtige Areas prüfen</i>	274
DR und BDR überprüfen	274
Anzahl und Typ der LSAs ermitteln	275
OSPF-Routen überprüfen	276
OSPF-Metriken (Kosten)	277
<i>Kosten auf Basis der Interface-Bandbreite festlegen</i>	277
<i>Warum eine höhere Referenzbandbreite nötig wird</i>	279
Load Balancing bei OSPF	280
Alle Schlüsselthemen wiederholen	281
Tabellen und Listen aus dem Gedächtnis vervollständigen	281
Definitionen von Schlüsselbegriffen	282
Befehlsreferenz zur Gedächtnisprüfung	282
<b>Kapitel 9 EIGRP-Konzepte verstehen</b>	<b>285</b>
Fragen zur Einschätzung des Wissensstands	285
<b>9.1 EIGRP und Distanzvektorprotokolle</b>	<b>288</b>
Einführung in EIGRP	288
Grundlegende Merkmale von Distanzvektorprotokollen	290
<i>Das Konzept von Distanz und Vektor</i>	291
<i>Vollständige Updates und Split-Horizon</i>	292
<i>Route-Poisoning</i>	294
EIGRP als erweitertes Distanzvektorprotokoll	295
<i>EIGRP sendet Teilupdates nach Bedarf</i>	296
<i>EIGRP pflegt den Nachbarstatus mit Hellos</i>	296
<i>Zusammenfassung zu den Merkmalen von IGPs</i>	297
<b>9.2 EIGRP: Konzepte und Betrieb</b>	<b>298</b>
EIGRP-Nachbarn	298
EIGRP-Topologiedaten austauschen	299
Die besten Routen für die Routing-Tabelle berechnen	300
<i>Die Berechnung der EIGRP-Metrik</i>	300
<i>Beispiel für die Berechnung der EIGRP-Metrik</i>	301
<i>Bandbreitespezifische Nachreile bei seriellen Verbindungen</i>	303
EIGRP-Konvergenz	304
<i>Feasible Distance und Reported Distance</i>	305
<i>EIGRP-Successor-Routen und FS-Routen</i>	306
<i>Der Query- und Reply-Prozess</i>	308
Alle Schlüsselthemen wiederholen	309
Tabellen und Listen aus dem Gedächtnis vervollständigen	309
Definitionen von Schlüsselbegriffen	309
<b>Kapitel 10 EIGRP für IPv4 implementieren</b>	<b>311</b>
Fragen zur Einschätzung des Wissensstands	311
<b>10.1 EIGRP-Konfiguration und -Überprüfung</b>	<b>314</b>
EIGRP-Konfiguration	314
EIGRP mit Wildcard-Maske konfigurieren	316
EIGRP-Hauptfunktionen überprüfen	317
<i>Interfaces ermitteln, auf denen EIGRP aktiviert ist</i>	317
<i>EIGRP-Nachbarschaftsstatus anzeigen</i>	320
<i>IPv4-Routing-Tabelle anzeigen</i>	321

10.2 Metriken, Successor-Routen und FS-Routen bei EIGRP .....	323
EIGRP-Topologietabelle anzeigen	324
<i>Successor-Routen finden</i>	325
<i>FS-Routen finden</i>	327
<i>Konvergenz mit Hilfe der FS-Route</i>	329
Metrikkomponenten untersuchen	330
10.3 Weitere EIGRP-Konfigurationseinstellungen .....	331
Load Balancing über mehrere EIGRP-Routen	331
EIGRP-Metrikberechnungen optimieren	334
Autozusammenfassung und unzusammenhängende klassenbezogene Netzwerke	335
<i>Autozusammenfassung an den Grenzen klassenbezogener Netzwerke</i>	335
<i>Unzusammenhängende klassenbezogene Netzwerke</i>	336
Alle Schlüsselthemen wiederholen	339
Tabellen und Listen aus dem Gedächtnis vervollständigen	339
Definitionen von Schlüsselbegriffen	339
Befehlsreferenz zur Gedächtnisprüfung	340
<b>Kapitel 11 Troubleshooting von IPv4-Routingprotokollen .....</b>	<b>343</b>
Fragen zur Einschätzung des Wissensstands	343
11.1 Perspektiven der Problembehebung bei Routing-Protokollen .....	344
11.2 Interfaces mit aktiviertem Routing-Protokoll .....	346
Troubleshooting bei EIGRP-Interfaces	347
<i>Funktionierende EIGRP-Interfaces untersuchen</i>	347
<i>Probleme mit EIGRP-Interfaces untersuchen</i>	350
Troubleshooting bei OSPF-Interfaces	352
11.3 Nachbarbeziehungen .....	355
Prüfen der Nachbaranforderungen bei EIGRP	357
Beispiel für die Problembehebung bei EIGRP-Nachbarn	358
Troubleshooting für OSPF-Nachbarn	360
<i>Fehlangepasste Areas finden</i>	362
<i>Doppelt vorhandene OSPF-Router-IDs finden</i>	362
<i>Fehlangepasste OSPF-Hello- und -Dead-Timer</i>	364
Andere OSPF-Probleme	365
<i>Fehlangepasste OSPF-Netzwerkrypen</i>	366
<i>Fehlangepasste MTU-Einstellungen</i>	367
Alle Schlüsselthemen wiederholen	368
Tabellen und Listen aus dem Gedächtnis vervollständigen	368
Befehlsreferenz zur Gedächtnisprüfung	368
<b>Wiederholung zu Teil III</b>	<b>372</b>
Fragen zur Einschätzung des Wissensstands wiederholen	373
Fragen zur Wiederholung des Buchteils beantworten	373
Schlüsselthemen wiederholen	373
Mindmap zu OSPF- und EIGRP-Problemursachen erstellen	373
Mindmap mit OSPF- und EIGRP-Befehlen erstellen	374

<b>Teil IV: WANs</b>	<b>377</b>
<b>Kapitel 12 Point-to-Point-WANs implementieren .....</b>	<b>379</b>
Fragen zur Einschätzung des Wissensstands	379
12.1 Standleitungs-WANs mit HDLC.....	382
Schicht-1-Standleitungen	383
<i>Physische Komponenten von Standleitungen</i>	383
<i>Standleitungen und das T-Carrier-System</i>	385
<i>Die Rolle der CSU/DSU</i>	387
<i>WAN-Verbindung in einem Testfeld einrichten</i>	388
Schicht-2-Standleitungen mit HDLC	389
HDLC konfigurieren	390
12.2 Standleitungs-WANs mit PPP.....	393
PPP-Konzepte	394
<i>PPP-Framing</i>	394
<i>PPP-Steuerprotokolle</i>	394
<i>PPP-Authentifizierung</i>	395
PPP konfigurieren	397
CHAP-Konfiguration und -Verifizierung	398
12.3 Problembehebung bei seriellen Verbindungen .....	399
Troubleshooting von Schicht-1-Problemen	400
Troubleshooting von Schicht-2-Problemen	401
<i>Keepalive-Ausfall</i>	402
<i>Authentifizierungsfehler bei PAP und CHAP</i>	403
Troubleshooting von Schicht-3-Problemen	405
Alle Schlüsselthemen wiederholen	407
Tabellen und Listen aus dem Gedächtnis vervollständigen	407
Definitionen von Schlüsselbegriffen	407
Befehlsreferenz zur Gedächtnsprüfung	408
<b>Kapitel 13 Frame-Relay-Konzepte verstehen .....</b>	<b>411</b>
Fragen zur Einschätzung des Wissensstands	411
13.1 Frame Relay im Überblick.....	414
Virtuelle Leitungen	416
LMI und Kapselungstypen	418
Kapselung und Framing bei Frame Relay	419
13.2 Frame-Relay-Adressierung .....	420
Lokale Frame-Relay-Adressierung	421
Frame-Weiterleitung mit einem DLCI-Feld	422
13.3 Adressierung in der Netzwerkschicht mit Frame Relay.....	424
Schicht-3-Adressierung bei Frame Relay: ein Subnetz für alle Frame-Relay-DTEs	424
Schicht-3-Adressierung bei Frame Relay: ein Subnetz je VC	425
Schicht-3-Adressierung bei Frame Relay: der Hybridansatz	426
Alle Schlüsselthemen wiederholen	428
Definitionen von Schlüsselbegriffen	428

<b>Kapitel 14 Frame Relay implementieren .....</b>	<b>431</b>
Fragen zur Einschätzung des Wissensstands	431
14.1 Frame-Relay-Konfiguration und -Verifizierung .....	434
Eine Frame-Relay-Konfiguration planen	434
Die Konfiguration mit physischen Interfaces und einem IP-Subnetz	435
Kapselung und LMI konfigurieren	437
Frame-Relay-Adress-Mapping	438
<i>Inverse ARP</i>	442
<i>Statisches Frame-Relay-Mapping</i>	443
Point-to-Point-Subinterfaces konfigurieren	444
Point-to-Point-Frame Relay überprüfen	446
Multipoint-Subinterfaces konfigurieren	448
OSPF-Probleme bei Frame-Relay-Multipoint und physischen Interfaces	451
14.2 Troubleshooting bei Frame Relay .....	452
Empfehlung für einen Troubleshooting-Prozess mit Frame Relay	452
Schicht-1-Probleme auf der Zugriffsleitung (Schritt 1)	454
Schicht-2-Probleme auf der Zugriffsleitung (Schritt 2)	454
PVC-Status und PVC-Probleme (Schritt 3)	456
<i>Angeschlossenes Subnetz und ausgehendes Interface ermitteln (Schritte 3a und 3b)</i>	457
<i>Die dem Interface zugeordneten PVCs suchen (Schritt 3c)</i>	458
<i>Den zum Erreichen eines bestimmten Nachbarn verwendeten PVC ermitteln (Schritt 3d)</i>	459
<i>Der PVC-Status</i>	460
<i>Subinterface-Status</i>	462
Probleme mit dem Frame-Relay-Mapping (Schritt 4)	463
Ende-zu-Ende-Kapselung (Schritt 5)	464
Fehlangepasste Subnetzadressen (Schritt 6)	464
Alle Schlüsselthemen wiederholen	465
Tabellen und Listen aus dem Gedächtnis vervollständigen	465
Befehlsreferenz zur Gedächtnisprüfung	466
<b>Kapitel 15 Weitere WAN-Typen .....</b>	<b>469</b>
Fragen zur Einschätzung des Wissensstands	469
15.1 Private WANs für die Verbindung zwischen Firmen .....	472
Standleitungen	472
Frame Relay	474
Ethernet-WANs	474
MPLS	476
VSAT	477
15.2 Öffentliche WANs und Internetzugang .....	478
Internetzugänge (WAN-Leitungen)	478
Einwahlzugriff mit Modems und ISDN	479
Digital Subscriber Line (DSL)	481
Kabelinternet	483
Zugang über 3G/4G-Handys	484
PPPoE (PPP over Ethernet)	485
<i>Konzepte für PPPoE</i>	485
<i>Konfiguration für PPPoE</i>	487
Alle Schlüsselthemen wiederholen	489
Tabellen und Listen aus dem Gedächtnis vervollständigen	489
Definitionen von Schlüsselbegriffen	489

<b>Wiederholung zu Teil IV</b>	<b>490</b>
Fragen zur Einschätzung des Wissensstands wiederholen	491
Fragen zur Wiederholung des Buchteils beantworten	491
Schlüsselthemen wiederholen	491
Mindmap zur Problemeingrenzung und Ursachenforschung erstellen	491
Mindmap zur Frame-Relay-Konfiguration erstellen	492
<b>Teil V: IP Version 6</b>	<b>495</b>
<b>Kapitel 16 Troubleshooting von IPv6-Routing .....</b>	<b>497</b>
Fragen zur Einschätzung des Wissensstands	497
16.1 Normaler IPv6-Betrieb. ....	498
Unicast-Adressierung und Subnetting bei IPv6	498
Adressen an Hosts zuweisen	501
<i>Zustandsbezogenes DHCPv6</i>	501
<i>Stateless Address Autoconfiguration</i>	502
<i>Router-Adresse und Konfiguration der statischen Route</i>	503
<i>Konfiguration von IPv6-Routing und Adressen auf Routern</i>	503
<i>Statische IPv6-Routen für Router</i>	504
IPv6-Konnektivität überprüfen	505
<i>Konnektivität von IPv6-Hosts prüfen</i>	505
<i>IPv6 von Routern überprüfen</i>	507
16.2 Troubleshooting bei IPv6 .....	509
Pings vom Host funktionieren nur in bestimmten Fällen	510
Pings vom Host zu dessen Default-Router misslingen	512
Probleme bei der Verwendung von Funktionen, die DNS benötigen	513
IPv6-Einstellungen fehlen beim Host: Probleme mit zustandsbezogenem DHCP	514
IPv6-Einstellungen fehlen beim Host: SLAAC-Probleme	515
Traceroute zeigt einige Hops, schlägt aber fehl	517
Routing ist okay, aber Traceroute klappt immer noch nicht	518
Alle Schlüsselthemen wiederholen	520
Tabellen und Listen aus dem Gedächtnis vervollständigen	520
Definitionen von Schlüsselbegriffen	521
Befehlsreferenz zur Gedächtnisprüfung	521
<b>Kapitel 17 OSPF für IPv6 implementieren.....</b>	<b>525</b>
Fragen zur Einschätzung des Wissensstands	525
17.1 OSPFv3-Konfiguration .....	528
Wiederholung der ICND1-Konfiguration von OSPFv3	528
Konfigurationsbeispiel für Multi-Area-OSPFv3	529
<i>Konfiguration mit nur einer Area für die drei internen Router</i>	530
<i>Einfügen der Multi-Area-Konfiguration beim Area Border Router</i>	532
Andere OSPFv3-Konfigurationseinstellungen	533
<i>Bei OSPFv3 die Interface-Kosten einstellen, um die Routenwahl zu beeinflussen</i>	533
<i>OSPF-Load Balancing (Lastausgleich)</i>	534
<i>Default-Routen injizieren</i>	535

17.2 OSPF – Konzepte, Verifizierung und Troubleshooting .....	536
OSPFv3-Interfaces 537	
<i>OSPFv3-Interfaces verifizieren</i> 538	
<i>Troubleshooting von OSPFv3-Interfaces</i> 538	
OSPFv3-Nachbarn 540	
<i>OSPFv3-Nachbarn überprüfen</i> 540	
<i>Troubleshooting von OSPFv3-Nachbarn</i> 541	
LSDB und LSAs bei OSPFv3 544	
<i>OSPFv3-LSAs verifizieren</i> 544	
<i>Troubleshooting von OSPFv3-LSAs</i> 546	
OSPFv3-Metrik und IPv6-Routen 547	
<i>Mit OSPFv3 Interface-Kosten und Merrik prüfen</i> 548	
<i>Troubleshooting von durch OSPFv3 hinzugefügten IPv6-Routen</i> 550	
Alle Schlüsselthemen wiederholen 552	
Tabellen und Listen aus dem Gedächtnis vervollständigen 552	
Definitionen von Schlüsselbegriffen 552	
Befehlsreferenz zur Gedächtnsprüfung 553	
<b>Kapitel 18 EIGRP für IPv6 implementieren .....</b>	<b>557</b>
Fragen zur Einschätzung des Wissensstands 557	
18.1 EIGRPv6-Konfiguration .....	560
Grundlagen der EIGRPv6-Konfiguration 560	
Beispiel einer EIGRPv6-Konfiguration 562	
Andere EIGRPv6-Konfigurationseinstellungen 564	
<i>Bandbreite und Latenz (Delay) einstellen, um die EIGRPv6-Routenwahl zu beeinflussen</i> 564	
<i>EIGRP-Load Balancing (Lastausgleich)</i> 565	
<i>EIGRP-Timer</i> 566	
18.2 EIGRPv6 – Konzepte, Verifizierung und Troubleshooting .....	567
EIGRPv6-Interfaces 568	
EIGRPv6-Nachbarn 570	
EIGRPv6-Topologiedatenbank 571	
EIGRPv6-IPv6-Routen 573	
Alle Schlüsselthemen wiederholen 576	
Tabellen und Listen aus dem Gedächtnis vervollständigen 576	
Definitionen von Schlüsselbegriffen 576	
Befehlsreferenz zur Gedächtnsprüfung 577	
<b>Wiederholung zu Teil V</b>	<b>580</b>
Fragen zur Einschätzung des Wissensstands wiederholen 581	
Fragen zur Wiederholung des Buchteils beantworten 581	
Schlüsselthemen wiederholen 581	
Mindmap zum Troubleshooting von Problemursachen erstellen 581	
Mindmap für OSPFv3- und EIGRPv6-Befehle erstellen 582	

<b>Teil VI: Netzwerkverwaltung</b>	<b>585</b>
<b>Kapitel 19 Netzwerkgeräte verwalten</b> .....	<b>587</b>
Fragen zur Einschätzung des Wissensstands	587
19.1 Simple Network Management Protocol .....	590
Beschreibung von SNMP	590
Management Information Base	592
SNMP Version 2c konfigurieren	593
SNMP Version 3	595
19.2 System Message Logging (Syslog) .....	596
Übersicht über das System Message Logging	596
Format der Systemnachrichten	597
Severity-Level bei Systemnachrichten	598
Syslog konfigurieren und überprüfen	598
Verwenden eines Syslog-Servers	600
19.3 NetFlow.....	600
NetFlow im Überblick	600
Netzwerk-Flows	602
Konfigurieren von NetFlow	602
NetFlow verwenden und verifizieren	604
Der NetFlow-Kollektor	605
Alle Schlüsselthemen wiederholen	607
Tabellen und Listen aus dem Gedächtnis vervollständigen	607
Definitionen von Schlüsselbegriffen	607
<b>Kapitel 20 IOS-Dateien verwalten</b> .....	<b>609</b>
Fragen zur Einschätzung des Wissensstands	609
20.1 Cisco-IOS-Dateien verwalten.....	611
Ein Image der Cisco-IOS-Software im Flash-Speicher aktualisieren	611
Die Boot-Sequenz für die Cisco-IOS-Software	614
<i>Die drei Router-Berriebssysteme</i>	615
<i>Das Konfigurationsregister</i>	616
<i>Wie ein Router das zu ladende Betriebssystem wählt</i>	616
<i>Recovery, falls das IOS nicht lädt</i>	619
<i>Das IOS-Image mit dem Befehl show version verifizieren</i>	619
20.2 Password Recovery (Passwortwiederherstellung).....	621
Grundideen beim Cisco Password Recovery/Reset	622
Ein spezielles Beispiel für das Zurücksetzen des Passworts	623
20.3 Verwalten von Konfigurationsdateien .....	626
Grundlagen von Konfigurationsdateien	626
Konfigurationsdateien kopieren und löschen	627
Erstkonfiguration (Setup-Modus)	630
Alle Schlüsselthemen wiederholen	631
Definitionen von Schlüsselbegriffen	631
Befehlsreferenz	632

<b>Kapitel 21 IOS-Lizenzierung verwalten .....</b>	<b>635</b>
Fragen zur Einschätzung des Wissensstands	635
21.1 IOS-Packaging .....	637
IOS-Images nach Modell, Serie und Software-Version-/Release	637
Ursprüngliches Packaging: ein IOS-Image pro Kombination der Features (Funktionalitäten)	638
Neues IOS-Packaging: ein universelles Image mit allen Feature-Sets	639
21.2 Aktivierung der IOS-Software mit universellen Images .....	639
Verwaltung der Software-Aktivierung per Cisco License Manager	641
Manuelle Aktivierung der Software-Lizenzen	642
Beispiel für die manuelle Aktivierung einer Lizenz	644
<i>Den aktuellen Lizenzstatus anzeigen</i>	644
<i>Eine permanente Lizenz für ein Technologie-Paket hinzufügen</i>	646
Lizenzen für die Nutzungsrechte	648
Alle Schlüsselthemen wiederholen	650
Tabellen und Listen aus dem Gedächtnis vervollständigen	650
Definitionen von Schlüsselbegriffen	650
Befehlsreferenz zur Gedächtnisprüfung	650
<b>Wiederholung zu Teil VI</b>	<b>652</b>
Fragen zur Einschätzung des Wissensstands wiederholen	653
Fragen zur Wiederholung des Buchteils beantworten	653
Schlüsselthemen wiederholen	653
<b>Teil VII: Abschließende Wiederholung</b>	<b>655</b>
<b>Kapitel 22 Abschließende Wiederholung .....</b>	<b>657</b>
22.1 Tipps für die eigentliche Prüfung .....	657
Lernen Sie die Fragetypen anhand des Cisco Certification Exam Tutorial kennen	657
Denken Sie über Ihr Zeitbudget im Vergleich zur Zahl der Fragen nach	658
Vorschlag für eine Zeitkontrolle	659
Allgemeine Vorschläge zur Prüfungsvorbereitung	660
Ratschläge für den Prüfungstag	660
22.2 Überblick über die Prüfungsvorbereitung .....	661
Subnetting und andere mathematiklastige Fähigkeiten üben	661
Übungsexamen durchführen	663
<i>Die ICND2-Prüfung üben</i>	664
<i>Die CCNA-Prüfung üben</i>	665
<i>Hinweise zum Beantworten der Prüfungsfragen</i>	666
<i>Andere Übungsexamen durchführen</i>	668
Wissenslücken durch Wiederholung der Fragen aufdecken	668
CLI-Kenntnisse praktisch einüben	671
<i>Die Mindmaps aus den Wiederholungen der Buchteile verwenden</i>	671
<i>Üben Sie Szenarien</i>	671
Sonstige Lernaufgaben	672
Abschließende Gedanken	673

<b>Teil VIII: Anhänge</b>	<b>675</b>
<b>Anhang A: Numerische Referenztabelle</b> .....	<b>677</b>
<b>Anhang B: Updates für die ICND2-Prüfung</b> .....	<b>683</b>
<b>Glossar</b> .....	<b>685</b>
<b>Index</b> .....	<b>707</b>

### **Anhänge auf CD**

- Anhang C: Antworten zu den Fragen zur Einschätzung des Wissensstands**
- Anhang D: Tabellen zur Gedächtnisübung**
- Anhang E: Lösungen zu Anhang D**
- Anhang F: Mindmap-Lösungen**
- Anhang G: Studienplaner**