

# Inhalt auf einen Blick

|  |            |
|--|------------|
| Einleitung   | XXIX       |
| Erste Schritte   | 1          |
| <b>Teil I: Grundlagen der Netzwerktechnik</b>                          | <b>11</b>  |
| Kapitel 1: Die TCP/IP- und OSI-Netzwerkmodelle                         | 13         |
| Kapitel 2: Grundlagen zu Ethernet-LANs                                 | 41         |
| Kapitel 3: Grundlagen zu WANs  | 67         |
| Kapitel 4: Grundlagen zu IPv4-Adressierung und Routing                 | 89         |
| Kapitel 5: Grundlagen zu TCP/IP-Datentransport und Anwendungen         | 119        |
| <b>Teil II: Ethernet-LANs und Switches</b>                             | <b>143</b> |
| Kapitel 6: Ethernet-LANs mit Switches erstellen                        | 145        |
| Kapitel 7: Cisco-LAN-Switches installieren und betreiben               | 173        |
| Kapitel 8: Ethernet-Switching konfigurieren                            | 203        |
| Kapitel 9: Virtuelle Ethernet-LANs implementieren                      | 241        |
| Kapitel 10: Troubleshooting in Ethernet-LANs                           | 271        |
| <b>Teil III: IPv4-Adressierung und Subnetting</b>                      | <b>309</b> |
| Kapitel 11: Sichtweisen des IPv4-Subnetting                            | 311        |
| Kapitel 12: Klassenbezogene IPv4-Netzwerke analysieren                 | 339        |
| Kapitel 13: Subnetzmasken analysieren                                  | 355        |
| Kapitel 14: Bestehende Subnetze analysieren                            | 377        |
| <b>Teil IV: IPv4 implementieren</b>                                    | <b>409</b> |
| Kapitel 15: Cisco-Router verwalten                                     | 411        |
| Kapitel 16: IPv4-Adressen und -Routen konfigurieren                    | 433        |
| Kapitel 17: IPv4-Routen mit OSPFv2                                     | 467        |
| Kapitel 18: Hostkonnektivität konfigurieren und überprüfen (Verifying) | 501        |
| <b>Teil V: Fortgeschrittene Konzepte der IPv4-Adressierung</b>         | <b>543</b> |
| Kapitel 19: Subnetzdesigns   | 545        |
| Kapitel 20: VLSMs  | 573        |
| Kapitel 21: Routenzusammenfassung                                      | 591        |
| <b>Teil VI: IPv4-Services</b>  | <b>611</b> |
| Kapitel 22: Einfache IPv4-ACLs   | 613        |
| Kapitel 23: Erweiterte IPv4-ACLs und Gerätesicherheit                  | 639        |
| Kapitel 24: Network Address Translation                                | 669        |

|  |            |
|--|------------|
| <b>Teil VII: IP Version 6</b>                            | <b>703</b> |
| Kapitel 25: Grundlagen zu IPv6                           | 705        |
| Kapitel 26: IP-Adressierung und Subnetting               | 727        |
| Kapitel 27: IPv6-Adressierung auf Routern implementieren | 747        |
| Kapitel 28: IPv6-Adressierung auf Hosts implementieren   | 771        |
| Kapitel 29: IPv6-Routing implementieren                  | 797        |
| <b>Teil VIII: Abschließende Wiederholung</b>             | <b>833</b> |
| Kapitel 30: Abschließende Wiederholung                   | 835        |
| <b>Teil IX: Anhänge</b>                                  | <b>855</b> |
| Anhang A: Numerische Referenztafel                       | 857        |
| Anhang B: Updates für die ICND1-Prüfung                  | 863        |
| Glossar  | 865        |
| Index  | 891        |

## **Anhänge auf DVD**

|   |
|---|
| Anhang C: Antworten zu den Fragen zur Einschätzung des Wissensstandes         |
| Anhang D: Übung zu Kapitel 12: Klassenbezogene IPv4-Netzwerke analysieren     |
| Anhang E: Übung zu Kapitel 13: Subnetzmasken analysieren                      |
| Anhang F: Übung zu Kapitel 14: Bestehende Subnetze analysieren                |
| Anhang G: Übung zu Kapitel 19: Subnetzdesigns                                 |
| Anhang H: Übungsaufgaben für Kapitel 20: Variable-Length Subnet Masks (VLSMs) |
| Anhang I: Übung zu Kapitel 21: Routenzusammenfassung                          |
| Anhang J: Übung zu Kapitel 22: Einfache IPv4-ACLs                             |
| Anhang K: Übung zu Kapitel 25: Grundlagen zu IPv6                             |
| Anhang L: Übung zu Kapitel 27: IPv6-Adressierung auf Routern implementieren   |
| Anhang M: Tabellen zur Gedächtnisübung  |
| Anhang N: Lösungen zu den Gedächtnistabellen                                  |
| Anhang O: Mindmap-Lösungen  |
| Anhang P: Studienplaner   |

# Inhalt

|  |             |
|--|-------------|
| <b>Einleitung .....</b>  | <b>XXIX</b> |
| <b>Erste Schritte .....</b>  | <b>1</b>    |
| <b>Teil I: Grundlagen der Netzwerktechnik .....</b>                          | <b>11</b>   |
| <b>Kapitel 1 Die TCP/IP- und OSI-Netzwerkmodelle .....</b>                   | <b>13</b>   |
| Fragen zur Einschätzung des Wissensstandes                                   | 13          |
| Grundlagenthemen   | 16          |
| 1.1 Perspektiven der Netzwerktechnik .....                                   | 16          |
| 1.2 Das TCP/IP-Modell .....  | 18          |
| TCP/IP: Die Vorgeschichte  | 18          |
| Das TCP/IP-Netzwerkmodell im Überblick                                       | 20          |
| TCP/IP-Anwendungsschicht   | 21          |
| HTTP im Überblick  | 21          |
| Mechanismen des HTTP-Protokolls  | 22          |
| TCP/IP-Transportschicht  | 23          |
| Grundlagen zur TCP-Fehlerwiederherstellung                                   | 23          |
| Interaktionen zwischen gleichrangigen und benachbarten Schichten             | 24          |
| TCP/IP-Netzwerkschicht   | 25          |
| Das IP-Protokoll und die Post  | 25          |
| Grundlagen zur IP-Adressierung   | 27          |
| Grundlagen zum IP-Routing  | 28          |
| Die TCP/IP-Netzzugangsschicht (Sicherungsschicht und Bitübertragungsschicht) | 29          |
| Die Terminologie des TCP/IP-Modells  | 31          |
| Vergleich zwischen ursprünglichem und modernem TCP/IP-Modell                 | 31          |
| Die Terminologie der Datenkapselung  | 31          |
| Namen der TCP/IP-Nachrichten   | 32          |
| 1.3 Das OSI-Modell .....   | 33          |
| Vergleich zwischen dem OSI- und dem TCP/IP-Modell                            | 33          |
| Protokolle durch Referenzierung von OSI-Schichten beschreiben                | 34          |
| Die OSI-Schichten und ihre Funktionen  | 35          |
| Konzepte und Vorteile des OSI-Modells  | 37          |
| Terminologie der OSI-Kapselung   | 38          |
| Aufgaben zur Prüfungsvorbereitung  | 39          |
| Alle Schlüsselthemen wiederholen   | 39          |
| Definitionen von Schlüsselbegriffen  | 39          |
| <b>Kapitel 2 Grundlagen zu Ethernet-LANs .....</b>                           | <b>41</b>   |
| Fragen zur Einschätzung des Wissensstandes                                   | 41          |
| Grundlagenthemen   | 44          |
| 2.1 LANs im Überblick .....  | 44          |
| Typische SOHO-LANs   | 44          |
| Typische Unternehmens-LANs   | 45          |
| Die Vielfalt der Standards in der Ethernet-Bitübertragungsschicht            | 46          |
| Konsistenz in den Verbindungen: Die Ethernet-Sicherungsschicht               | 47          |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.2 Physische Ethernet-Netzwerke mit UTP erstellen .....                       | 48        |
| Daten über verdrehte Leiterpaare (Twisted Pairs) übertragen                    | 49        |
| UTP-Ethernet-Leitung analysieren   | 49        |
| UTP-Anschlussbelegung für 10BASE-T und 100BASE-T                               | 52        |
| <i>Anschlussbelegung beim Straight-Through-Kabel</i>                           | 52        |
| <i>Anschlussbelegung beim Crossover-Kabel</i>                                  | 53        |
| <i>Auswahl der passenden Anschlussbelegung</i>                                 | 54        |
| UTP-Kontaktbelegung für 100BASE-T  | 55        |
| 2.3 Daten über Ethernet-Netzwerke übertragen.....                              | 55        |
| Ethernet-Sicherungsschichtprotokolle   | 56        |
| <i>Ethernet-Adressierung</i>   | 57        |
| <i>Vermittlungsschichtprotokolle anhand des Ethernet-Typenfeldes ermitteln</i> | 59        |
| <i>Fehlererkennung mit FCS</i>   | 59        |
| Ethernet-Frames mit Switches und Hubs versenden                                | 60        |
| <i>Moderne Ethernet-LANs: Daten im Vollduplexmodus übertragen</i>              | 60        |
| <i>Halbduplexmodus bei vorhandenen LAN-Hubs verwenden</i>                      | 61        |
| Aufgaben zur Prüfungsvorbereitung  | 64        |
| Alle Schlüsselthemen wiederholen   | 64        |
| Tabellen und Listen aus dem Gedächtnis vervollständigen                        | 65        |
| Definitionen von Schlüsselbegriffen  | 65        |
| <b>Kapitel 3 Grundlagen zu WANs .....</b>                                      | <b>67</b> |
| Fragen zur Einschätzung des Wissensstandes                                     | 67        |
| Grundlagenthemen   | 70        |
| 3.1 Standleitungs-WANs .....   | 70        |
| Standleitungen in LANs und Router einordnen                                    | 70        |
| Physische Eigenschaften von Standleitungen                                     | 71        |
| <i>Verkabelung von Standleitungen</i>  | 72        |
| <i>WAN-Verbindung im Labor einrichten</i>                                      | 74        |
| Sicherungsschichteigenschaften von Standleitungen                              | 75        |
| <i>Grundlagen zu HDLC</i>  | 75        |
| <i>Wie Router eine WAN-Datenverbindung verwenden</i>                           | 76        |
| 3.2 Ethernet als WAN-Technologie.....  | 78        |
| Ethernet-WANs mit Bereitstellung eines Schicht-2-Service                       | 79        |
| So leiten Router IP-Pakete mit der Ethernet-Emulation weiter                   | 80        |
| 3.3 Auf das Internet zugreifen .....   | 81        |
| Das Internet als riesiges WAN  | 81        |
| Internetzugänge (WAN-Leitungen)  | 82        |
| DSL  | 83        |
| Kabelinternet  | 85        |
| Aufgaben zur Prüfungsvorbereitung  | 87        |
| Alle Schlüsselthemen wiederholen   | 87        |
| Tabellen und Listen aus dem Gedächtnis vervollständigen                        | 87        |
| Definitionen von Schlüsselbegriffen  | 87        |
| <b>Kapitel 4 Grundlagen zu IPv4-Adressierung und Routing.....</b>              | <b>89</b> |
| Fragen zur Einschätzung des Wissensstandes                                     | 89        |
| Grundlagenthemen   | 93        |
| 4.1 Funktionen der Vermittlungsschicht im Überblick.....                       | 93        |
| Routing-Logik in der Vermittlungsschicht                                       | 93        |
| <i>Hostweiterleitungslogik: Pakete an den Default-Router senden</i>            | 94        |
| <i>Die Logik auf R1 und R2: Daten über das Netzwerk routen</i>                 | 95        |
| <i>Die Logik von R3: Daten an den Empfänger zustellen</i>                      | 95        |

|  |            |
|--|------------|
| Wie das Routing in der Vermittlungsschicht LANs und WANs verwendet | 95         |
| IP-Adressierung und wie sie das Routing unterstützt                | 96         |
| Routing-Protokolle   | 98         |
| <b>4.2 IPv4-Adressierung</b>                                       | <b>99</b>  |
| Regeln für IP-Adressen   | 99         |
| Regeln für das Gruppieren von IP-Adressen                          | 99         |
| <i>Die IP-Netzwerkklassen A, B und C</i>                           | 101        |
| <i>Die eigentlichen IP-Netzwerkklassen A, B und C</i>              | 102        |
| IP-Subnetting  | 104        |
| <b>4.3 IPv4-Routing</b>  | <b>106</b> |
| IPv4-Host-Routing  | 106        |
| Weiterleitungsscheidungen und die IP-Routing-Tabelle               | 107        |
| <i>Weiterleitungslogik von Routern in der Zusammenfassung</i>      | 107        |
| <i>Ein ausführliches Routing-Beispiel</i>                          | 108        |
| <b>4.4 IPv4-Routing-Protokolle</b>                                 | <b>110</b> |
| <b>4.5 Weitere Funktionen der Vermittlungsschicht</b>              | <b>112</b> |
| Namen und DNS verwenden  | 112        |
| <i>Das ARP-Protokoll</i>   | 113        |
| ICMP Echo und der ping-Befehl                                      | 115        |
| Aufgaben zur Prüfungsvorbereitung                                  | 116        |
| Alle Schlüsselthemen wiederholen                                   | 116        |
| Tabellen und Listen aus dem Gedächtnis vervollständigen            | 117        |
| Definitionen von Schlüsselbegriffen                                | 117        |

## **Kapitel 5 Grundlagen zu TCP/IP-Datentransport und Anwendungen . . . . . 119**

|   |            |
|---|------------|
| Fragen zur Einschätzung des Wissensstandes              | 119        |
| Grundlagenthemen  | 122        |
| <b>5.1 Protokolle der TCP/IP-Schicht 4: TCP und UDP</b> | <b>122</b> |
| Das TCP-Protokoll                                       | 123        |
| <i>Multiplexing mit TCP-Portnummern</i>                 | 124        |
| <i>Verbreitete TCP/IP-Anwendungen</i>                   | 127        |
| <i>Auf- und Abbau von Verbindungen</i>                  | 128        |
| Das UDP-Protokoll                                       | 129        |
| <b>5.2 TCP/IP-Anwendungen</b>                           | <b>130</b> |
| QoS-Bedarf und die Auswirkungen von TCP/IP-Anwendungen  | 130        |
| <i>Interaktive und Batch-Anwendungen definieren</i>     | 131        |
| <i>Echtzeitanwendungen: Sprache und Video</i>           | 131        |
| Das World Wide Web, HTTP und SSL                        | 133        |
| <i>URLs (Uniform Resource Locators)</i>                 | 133        |
| <i>Webserver mit DNS ermitteln</i>                      | 134        |
| <i>Dateien mit HTTP überbringen</i>                     | 135        |
| Aufgaben zur Prüfungsvorbereitung                       | 137        |
| Alle Schlüsselthemen wiederholen                        | 137        |
| Tabellen und Listen aus dem Gedächtnis vervollständigen | 137        |
| Definitionen von Schlüsselbegriffen                     | 137        |

## **Wiederholung zu Teil I**

**138**

|  |     |
|--|-----|
| Fragen zur Einschätzung des Wissensstandes wiederholen | 139 |
| Fragen zur Wiederholung des Buchteils beantworten      | 139 |
| Schlüsselthemen wiederholen                            | 139 |
| Terminologie-Mindmaps erstellen                        | 139 |

**Kapitel 6 Ethernet-LANs mit Switches erstellen ..... 145**

Fragen zur Einschätzung des Wissensstandes 145

Grundlagenthemen 148

**6.1 LAN-Switching-Konzepte ..... 148**

Die historische Entwicklung: Hubs, Bridges und Switches 148

Switching-Logik 150

*Weiterleiten oder filtern?* 151*Wie Switches MAC-Adressen erlernen* 152*Flooding* 153*Mit STP Loops vermeiden* 154*Interne Verarbeitung auf Cisco-Switches* 155

Zusammenfassung zum LAN-Switching 156

**6.2 Designoptionen in Ethernet-LANs ..... 157**

Kollisionsdomänen, Broadcast-Domänen und VLANs 157

*Kollisionsdomänen* 157*Broadcast-Domänen* 158*Folgen von Kollisions- und Broadcast-Domänen für das LAN-Design* 159*VLANs* 160

Ethernet-Technologie für Campus-LANs auswählen 161

*Terminologie beim Campus-Design* 162*Ethernet-LAN-Medien und Kabellängen* 164

Autonegotiating 165

*Das Autonegotiating findet bereits statt, wenn es nur von einem Knoten  
verwendet wird* 167*Autonegotiating und LAN-Hubs* 169

Aufgaben zur Prüfungsvorbereitung 170

Alle Schlüsselthemen wiederholen 170

Tabellen und Listen aus dem Gedächtnis vervollständigen 171

Definitionen von Schlüsselbegriffen 171

**Kapitel 7 Cisco-LAN-Switches installieren und betreiben ..... 173**

Fragen zur Einschätzung des Wissensstandes 173

Grundlagenthemen 176

**7.1 Auf das CLI des Cisco-Catalyst-2960-Switchs zugreifen ..... 176**

Cisco-Catalyst-Switches und der Switch 2960 176

LED-Statusanzeige am Switch 177

CLI aufrufen 179

*Physische Konsolenverbindung herstellen* 180*Terminalemulator für die Konsole konfigurieren* 181*CLI über Telnet und SSH aufrufen* 182*Passwortsicherheit für das CLI* 183

User-Modus und Enable-Modus (Privileged-Modus) 184

Merkmale der CLI-Hilfe 185

Die Befehle debug und show 187

**7.2 Cisco-IOS-Software konfigurieren. .... 188**

Konfigurationssubmodi und Kontexte 189

Switch-Konfigurationsdateien speichern 191

Konfigurationsdateien kopieren und löschen 194

Erstkonfiguration (Setup-Modus) 195

IOS-Version und weitere neustartspezifische Informationen 196

|   |     |
|---|-----|
| Aufgaben zur Prüfungsvorbereitung                       | 199 |
| Alle Schlüsselthemen wiederholen                        | 199 |
| Tabellen und Listen aus dem Gedächtnis vervollständigen | 199 |
| Definitionen von Schlüsselbegriffen                     | 199 |
| Befehlsreferenzen                                       | 199 |

## **Kapitel 8 Ethernet-Switching konfigurieren ..... 203**

|   |     |
|---|-----|
| Fragen zur Einschätzung des Wissensstandes                        | 203 |
| Grundlagenthemen  | 206 |
| 8.1 Konfiguration der mit Routern gemeinsamen Merkmale .....      | 206 |
| Switch-CLI absichern  | 206 |
| <i>Zugriff mit einfachen Passwörtern schützen</i>                 | 207 |
| <i>Zugriff mit lokalen Benutzernamen und Passwörtern schützen</i> | 210 |
| <i>Zugriff mit externen Authentifizierungsservern schützen</i>    | 211 |
| <i>SSH konfigurieren</i>  | 211 |
| Passwörter verschlüsseln und verbergen                            | 214 |
| <i>Passwörter mit dem Befehl service password verschlüsseln</i>   | 215 |
| <i>Enable-Passwort verbergen</i>                                  | 216 |
| <i>Passwörter für lokale Benutzernamen verbergen</i>              | 218 |
| Konsolen- und VTY-Einstellungen                                   | 218 |
| <i>Banner</i>   | 218 |
| <i>Befehle aus dem History-Puffer</i>                             | 220 |
| <i>Die Befehle logging synchronous und exec-timeout</i>           | 220 |
| 8.2 Konfiguration und Betrieb von LAN-Switches .....              | 221 |
| IP für den Remote-Zugriff aktivieren                              | 222 |
| <i>IPv4 auf dem Switch konfigurieren</i>                          | 223 |
| <i>IPv4 auf dem Switch überprüfen</i>                             | 224 |
| Switch-Interfaces konfigurieren                                   | 225 |
| Port-Security   | 227 |
| <i>Port-Security konfigurieren</i>                                | 229 |
| <i>Port-Security überprüfen</i>                                   | 231 |
| <i>Port-Security-Aktionen</i>                                     | 232 |
| Nicht verwendete Interfaces schützen                              | 233 |
| Aufgaben zur Prüfungsvorbereitung                                 | 234 |
| Alle Schlüsselthemen wiederholen                                  | 234 |
| Tabellen und Listen aus dem Gedächtnis vervollständigen           | 234 |
| Definitionen von Schlüsselbegriffen                               | 235 |
| Befehlsreferenzen   | 235 |

## **Kapitel 9 Virtuelle Ethernet-LANs implementieren ..... 241**

|  |     |
|--|-----|
| Fragen zur Einschätzung des Wissensstandes           | 241 |
| Grundlagenthemen                                     | 244 |
| 9.1 VLAN-Konzepte .....                              | 244 |
| Multiswitch-VLANs mit Trunking erstellen             | 245 |
| <i>Konzepte des VLAN-Tagging</i>                     | 246 |
| <i>Die VLAN-Trunking-Protokolle 802.1Q und ISL</i>   | 248 |
| Daten zwischen VLANs weiterleiten                    | 249 |
| <i>Pakete mit einem Router zwischen VLANs routen</i> | 249 |
| <i>Pakete mit Schicht-3-Switch routen</i>            | 251 |

|  |            |
|--|------------|
| <b>9.2 Konfiguration und Überprüfung von VLANs und VLAN-Trunking</b> | <b>252</b> |
| VLANs erstellen und einem Interface zuordnen                         | 253        |
| VLAN-Konfigurationsbeispiel 1: Vollständige VLAN-Konfiguration       | 253        |
| VLAN-Konfigurationsbeispiel 2: Kürzere VLAN-Konfiguration            | 256        |
| Das VTP-Protokoll  | 257        |
| VLAN-Trunking konfigurieren  | 258        |
| Auf einem Trunk unterstützte VLANs festlegen                         | 263        |
| Aufgaben zur Prüfungsvorbereitung                                    | 266        |
| Alle Schlüsselthemen wiederholen                                     | 266        |
| Tabellen und Listen aus dem Gedächtnis vervollständigen              | 266        |
| Definitionen von Schlüsselbegriffen                                  | 266        |
| Befehlsreferenz zur Gedächtnisprüfung                                | 267        |

## **Kapitel 10 Troubleshooting in Ethernet-LANs** ..... **271**

|  |            |
|--|------------|
| Fragen zur Einschätzung des Wissensstandes   | 271        |
| Grundlagenthemen   | 275        |
| <b>10.1 Perspektiven zu Netzwerküberprüfung und Troubleshooting</b>                      | <b>275</b> |
| Verwendung eines organisierten Troubleshooting-Prozesses vorbereiten                     | 275        |
| Wie Troubleshooting in diesem Buch aufgefasst wird                                       | 278        |
| <b>10.2 Mit CDP die LAN-Topologie analysieren</b>  | <b>279</b> |
| Via CDP erlernte Informationen überprüfen  | 279        |
| Status der CDP-Protokolle untersuchen  | 282        |
| <b>10.3 Status von Switch-Interfaces analysieren</b>                                     | <b>283</b> |
| Statuscodes bei Interfaces und Gründe für Nichtbetriebszustände                          | 283        |
| Probleme in Verbindung mit Geschwindigkeit und Duplexmodus                               | 285        |
| Häufige Schicht-1-Probleme bei funktionsfähigen Interfaces                               | 288        |
| <b>10.4 Prognostizieren, wohin Switches Frames weiterleiten</b>                          | <b>291</b> |
| Inhalt der MAC-Adresstabelle vorhersagen   | 291        |
| Weiterleitungspfad analysieren   | 293        |
| Port-Security und Filterung  | 294        |
| <b>10.5 VLANs und VLAN-Trunks analysieren</b>  | <b>295</b> |
| Sicherstellen, dass die richtigen Access-Interfaces sich in den richtigen VLANs befinden | 296        |
| Nicht definierte Access-VLANs  | 296        |
| Deaktivierte Access-VLANs  | 297        |
| Liste der zulässigen VLANs an beiden Enden eines Trunk überprüfen                        | 298        |
| Fehlangepasste Trunking-Betriebszustände   | 299        |
| Aufgaben zur Prüfungsvorbereitung  | 301        |
| Alle Schlüsselthemen wiederholen   | 301        |
| Tabellen und Listen aus dem Gedächtnis vervollständigen                                  | 301        |
| Definitionen von Schlüsselbegriffen  | 301        |
| Befehlsreferenzen  | 302        |

## **Wiederholung zu Teil II**

**304**

|  |     |
|--|-----|
| Fragen zur Einschätzung des Wissensstandes wiederholen | 305 |
| Fragen zur Wiederholung des Buchteils beantworten      | 305 |
| Schlüsselthemen wiederholen                            | 305 |
| Mindmap der Befehle nach Kategorien erstellen          | 305 |



**Kapitel 11 Sichtweisen des IPv4-Subnetting..... 311**

Fragen zur Einschätzung des Wissensstandes 311

Grundlagenthemen 314

**11.1 Einführung in das Subnetting.....314**

Definition des Subnetting am einfachen Beispiel 314

Betriebs- und Entwurfsansicht beim Subnetting 315

**11.2 Subnetting- und Adressierungsbedarf analysieren .....316**

Regeln zur Anzahl der Hosts je Subnetz 316

Anzahl der Subnetze bestimmen 318

Anzahl der Hosts pro Subnetz bestimmen 319

Die Frage der einheitlichen Subnetzgröße 320

*Subnetzgröße definieren* 320*Einheitliche Subnetzgröße* 321*Unterschiedliche Subnetzgrößen mit VLSMs* 322*Verwendung der einheitlichen Maskengröße in diesem Buch* 323**11.3 Designoptionen auswählen .....323**

Klassenbezogenes Netzwerk auswählen 323

*Öffentliche IP-Netzwerke* 324*Verknappung im öffentlichen IP-Adressraum* 324*Private IP-Netzwerke* 326*In der Entwurfsphase ein IP-Netzwerk auswählen* 326

Maske auswählen 327

*Klassenbezogene IP-Netzwerke vor dem Subnetting* 327*Hostbits zur Erstellung von Subnetzen borgen* 328*Subnetz- und Hostbits richtig verteilen* 329*Beispielentwurf: 172.16.0.0, 200 Subnetze, 200 Hosts* 330*Masken und Maskenformate* 331

Liste aller Subnetze erstellen 332

**11.4 Implementierung planen .....333**

Subnetze anderen Standorten zuweisen 333

Statische und dynamische Bereiche je Subnetz auswählen 335

Aufgaben zur Prüfungsvorbereitung 336

Alle Schlüsselthemen wiederholen 336

Tabellen und Listen aus dem Gedächtnis vervollständigen 336

Definitionen von Schlüsselbegriffen 336

**Kapitel 12 Klassenbezogene IPv4-Netzwerke analysieren..... 339**

Fragen zur Einschätzung des Wissensstandes 339

Grundlagenthemen 341

**12.1 Konzepte klassenbezogener Netzwerke.....341**

IPv4-Netzwerkklassen und zugehörige Fakten 341

*Echte Klasse-A-, -B- und -C-Netzwerke* 342*Adressformate* 343*Default-Masken* 344

Anzahl der Hosts pro Netzwerk 344

Netzwerk-ID und zugehörige Nummern ableiten 345

*Besondere Netzwerk-IDs und Netzwerk-Broadcast-Adressen* 347**12.2 Übungsaufgaben mit klassenbezogenen Netzwerken.....348**

Übung zum Ableiten wichtiger Fakten aus einer IP-Adresse 349

Übung: Sich die Details zu den Adressklassen merken 349

Weitere Übungen 350

|   |     |
|---|-----|
| Aufgaben zur Prüfungsvorbereitung                       | 351 |
| Alle Schlüsselthemen wiederholen                        | 351 |
| Tabellen und Listen aus dem Gedächtnis vervollständigen | 351 |
| Definitionen von Schlüsselbegriffen                     | 351 |
| Übungsaufgaben  | 351 |
| Lösungen zu den Übungsaufgaben                          | 352 |

## **Kapitel 13 Subnetzmasken analysieren.....355**

|   |     |
|---|-----|
| Fragen zur Einschätzung des Wissensstandes                        | 355 |
| Grundlagenthemen  | 358 |
| 13.1 Subnetzmaskenkonvertierung.....                              | 358 |
| Maskenformate   | 358 |
| Zwischen Binär- und Präfixmasken konvertieren                     | 359 |
| Zwischen Binär- und DDN-Masken konvertieren                       | 360 |
| Zwischen Präfix- und DDN-Masken konvertieren                      | 362 |
| Übungsaufgaben zum Konvertieren von Subnetzmasken                 | 363 |
| 13.2 Ausgewählte Subnetzdesigns mithilfe von Masken erkennen..... | 364 |
| Masken unterteilen Subnetzadressen in zwei Anteile                | 365 |
| Masken und Klassen unterteilen Subnetzadressen in drei Anteile    | 366 |
| Klassenbezogene und klassenlose Adressierung                      | 367 |
| Auf dem IPv4-Adressformat basierende Berechnungen                 | 368 |
| Übung zum Analysieren von Subnetzmasken                           | 370 |
| Aufgaben zur Prüfungsvorbereitung                                 | 372 |
| Alle Schlüsselthemen wiederholen                                  | 372 |
| Tabellen und Listen aus dem Gedächtnis vervollständigen           | 372 |
| Definitionen von Schlüsselbegriffen                               | 373 |
| Übungsaufgaben  | 373 |
| Lösungen zu den Übungsaufgaben                                    | 374 |

## **Kapitel 14 Bestehende Subnetze analysieren .....377**

|   |     |
|---|-----|
| Fragen zur Einschätzung des Wissensstandes                        | 377 |
| Grundlagenthemen  | 380 |
| 14.1 Ein Subnetz definieren.....                                  | 380 |
| Beispiel mit Netzwerk 172.16.0.0 und vier Subnetzen               | 380 |
| Konzepte von Subnetz-IDs  | 382 |
| Die Subnetz-Broadcast-Adresse                                     | 383 |
| Bereich nutzbarer Adressen  | 384 |
| 14.2 Bestehende Subnetze auf der binären Ebene analysieren.....   | 384 |
| Subnetz-ID auf binärem Weg ermitteln                              | 384 |
| Subnetz-Broadcast-Adresse auf binärem Weg ermitteln               | 386 |
| Übungsaufgaben zur Binärkonvertierung                             | 387 |
| Verkürzungen für die binären Rechenvorgänge                       | 388 |
| Ein kleiner Exkurs zur booleschen Mathematik                      | 390 |
| Adressbereich ermitteln   | 390 |
| 14.3 Bestehende Subnetze auf der dezimalen Ebene analysieren..... | 390 |
| Analyse mit einfachen Masken                                      | 391 |
| Vorhersehbarkeit des interessanten Oktetts                        | 392 |
| Subnetz-IDs mit schwierigen Masken ermitteln                      | 393 |
| <i>Beispiel 1 zu zugehörigen Subnetzen</i>                        | 394 |
| <i>Beispiel 2 zu zugehörigen Subnetzen</i>                        | 395 |
| <i>Übungsaufgaben zu zugehörigen Subnetzen</i>                    | 395 |

|   |            |
|---|------------|
| Subnetz-Broadcast-Adressen mit schwierigen Masken ermitteln                 | 396        |
| <i>Beispiel 1 zu Subnetz-Broadcast-Adressen</i>                             | 396        |
| <i>Beispiel 2 zu Subnetz-Broadcast-Adressen</i>                             | 397        |
| <i>Übungsaufgaben zu Subnetz-Broadcast-Adressen</i>                         | 398        |
| 14.4 Übungen zur Analyse bestehender Subnetze                               | 398        |
| Rechnen oder Merken?  | 399        |
| Weitere Übungen   | 399        |
| Aufgaben zur Prüfungsvorbereitung   | 400        |
| Alle Schlüsselthemen wiederholen  | 400        |
| Tabellen und Listen aus dem Gedächtnis vervollständigen                     | 400        |
| Definitionen von Schlüsselbegriffen   | 400        |
| Übungsaufgaben  | 401        |
| Lösungen zu den Übungsaufgaben  | 402        |
| <b>Wiederholung zu Teil III</b>   | <b>404</b> |
| Fragen zur Einschätzung des Wissensstandes wiederholen                      | 405        |
| Fragen zur Wiederholung des Buchteils beantworten                           | 405        |
| Schlüsselthemen wiederholen   | 405        |
| Terminologie-Mindmap erstellen  | 405        |
| Mindmaps zu Berechnungen beim Subnetting erstellen                          | 406        |
| <b>Teil IV: IPv4 implementieren</b>   | <b>409</b> |
| <b>Kapitel 15 Cisco-Router verwalten</b>                                    | <b>411</b> |
| Fragen zur Einschätzung des Wissensstandes                                  | 411        |
| Grundlagenthemen  | 414        |
| 15.1 Cisco-Router installieren  | 414        |
| Unternehmens-Router installieren  | 414        |
| <i>Cisco Integrated Services-Router</i>                                     | 415        |
| <i>Physische Installation</i>   | 416        |
| Internetzugangs-Router installieren   | 417        |
| <i>Die SOHO-Installation mit separatem Switch, Router und Kabelmodem</i>    | 417        |
| <i>Die SOHO-Installation mit integriertem Switch, Router und Kabelmodem</i> | 418        |
| 15.2 IPv4 auf Cisco-Routern aktivieren                                      | 419        |
| Switch-CLI und Router-CLI im Vergleich                                      | 419        |
| Router-Interfaces   | 420        |
| <i>Statuscodes für Interfaces</i>   | 422        |
| <i>IP-Adressen der Router-Interfaces</i>                                    | 423        |
| <i>Bandbreite und Taktrate von seriellen Interfaces</i>                     | 425        |
| Der AUX-Port des Routers  | 427        |
| Operativen Status mit dem Befehl show version überprüfen                    | 427        |
| Aufgaben zur Prüfungsvorbereitung   | 429        |
| Alle Schlüsselthemen wiederholen  | 429        |
| Tabellen und Listen aus dem Gedächtnis vervollständigen                     | 429        |
| Definitionen von Schlüsselbegriffen   | 429        |
| Befehlsreferenz   | 429        |
| <b>Kapitel 16 IPv4-Adressen und -Routen konfigurieren</b>                   | <b>433</b> |
| Fragen zur Einschätzung des Wissensstandes                                  | 434        |
| Grundlagenthemen  | 436        |
| 16.1 IP-Routing   | 436        |
| Referenz für den IPv4-Routing-Prozess                                       | 436        |

|   |     |
|---|-----|
| Beispiel für ein IP-Routing   | 439 |
| <i>Hosts leiten das IP-Paket an den Standard-Router (Gateway) weiter.</i>         | 440 |
| <i>Routing Schritt 1: Prüfen, ob der eingehende Frame verarbeitet werden soll</i> | 440 |
| <i>Routing Schritt 2: Entkapselung des IP-Pakets</i>                              | 441 |
| <i>Routing Schritt 3: Wobin soll das Paket weitergeleitet werden?</i>             | 442 |
| <i>Routing Schritt 4: Das Paket wird in einem neuen Frame gekapselt.</i>          | 443 |
| <i>Routing Schritt 5: Den Frame übermitteln</i>                                   | 444 |
| Interne Verarbeitung auf Cisco-Routern  | 444 |
| <i>Potenzielle Performanceprobleme beim Routing</i>                               | 444 |
| <i>Cisco Router Fast Switching und CEF</i>  | 445 |
| 16.2 Direkt angeschlossene Routen konfigurieren                                   | 446 |
| Direkt verbundene Routen und der Befehl <code>ip address</code>                   | 446 |
| Routing zwischen Subnetzen in VLANs   | 448 |
| <i>Routing mit VLANs über 802.1Q auf Routern konfigurieren</i>                    | 449 |
| <i>Routing in VLANs mit Schicht-3-Switch konfigurieren</i>                        | 453 |
| Sekundäre IP-Adressierung   | 455 |
| Angeschlossene Routen ins Subnetz Null unterstützen                               | 457 |
| 16.3 Statische Routen konfigurieren   | 458 |
| Die Konfiguration statischer Routen   | 458 |
| Statische Default-Routen  | 460 |
| Aufgaben zur Prüfungsvorbereitung   | 463 |
| Alle Schlüsselthemen wiederholen  | 463 |
| Tabellen und Listen aus dem Gedächtnis vervollständigen                           | 463 |
| Definitionen von Schlüsselbegriffen   | 464 |
| Befehlsreferenz zur Gedächtnisprüfung   | 464 |

## **Kapitel 17 IPv4-Routen mit OSPFv2 ..... 467**

|  |     |
|--|-----|
| Fragen zur Einschätzung des Wissensstandes                         | 467 |
| Grundlagenthemen   | 470 |
| 17.1 Eigenschaften von dynamischen Routing-Protokollen vergleichen | 470 |
| Funktionen von Routing-Protokollen                                 | 470 |
| Interne und externe Routing-Protokolle                             | 472 |
| IGPs vergleichen   | 473 |
| <i>IGP-Routing-Protokoll-Algorithmen</i>                           | 473 |
| <i>Metriken</i>  | 474 |
| <i>Andere IGP-Vergleiche</i>                                       | 475 |
| Administrative Distanz   | 476 |
| 17.2 Das OSPF-Link-State-Routing-Protokoll verstehen               | 477 |
| Die LSDB aufbauen und IP-Routen erstellen                          | 478 |
| <i>Topologieinformationen und LSAs</i>                             | 478 |
| <i>Mit Dijkstras SPF-Algorithmus die beste Route finden</i>        | 479 |
| Mit OSPF-Nachbarschaftsbeziehungen arbeiten                        | 480 |
| <i>Grundsätzliches über OSPF-Nachbarn</i>                          | 480 |
| <i>Nachbarn treffen und deren Router-ID erlernen</i>               | 480 |
| OSPF über ein hierarchisches Design skalieren                      | 482 |
| 17.3 OSPF-Konfiguration  | 484 |
| OSPF für eine Area konfigurieren                                   | 485 |
| <i>Der OSPF-Befehl <code>network</code></i>                        | 486 |
| <i>OSPF überprüfen</i>   | 488 |
| OSPF-Router-ID konfigurieren                                       | 491 |
| Weitere OSPF-Konfigurationseinstellungen                           | 492 |
| <i>Passive OSPF-Interfaces</i>                                     | 492 |
| <i>OSPF-Defaultrouten</i>  | 495 |

|   |     |
|---|-----|
| Aufgaben zur Prüfungsvorbereitung                       | 497 |
| Alle Schlüsselthemen wiederholen                        | 497 |
| Tabellen und Listen aus dem Gedächtnis vervollständigen | 497 |
| Definitionen von Schlüsselbegriffen                     | 497 |
| Befehlsreferenz zur Gedächtnisprüfung                   | 498 |

## **Kapitel 18 Hostkonnektivität konfigurieren und überprüfen (Verifying) ..... 501**

|   |     |
|---|-----|
| Fragen zur Einschätzung des Wissensstandes  | 501 |
| Grundlagenthemen  | 505 |
| 18.1 Router für die Unterstützung von DHCP konfigurieren .....                          | 505 |
| DHCP-Protokollnachrichten und Adressen  | 505 |
| DHCP für entfernte Subnetze mit DHCP-Relay unterstützen                                 | 507 |
| Auf dem DHCP-Server gespeicherte Informationen  | 509 |
| DHCP-Server-Konfiguration und -Verifikation auf Routern                                 | 510 |
| <i>IOS-DHCP-Serverkonfiguration</i>   | 510 |
| <i>IOS-DHCP-Server-Verifikation</i>   | 512 |
| <i>Konflikte mit angebotenen Adressen im Vergleich zu verwendeten Adressen erkennen</i> | 513 |
| 18.2 IPv4-Host-Einstellungen überprüfen .....   | 514 |
| Konfiguration von IP-Adresse und Maske  | 514 |
| Namensauflösung mit DNS   | 516 |
| Standardrouter  | 517 |
| 18.3 Die Konnektivität mit ping, traceroute und Telnet testen .....                     | 520 |
| Der ping-Befehl   | 520 |
| <i>IP-Routen mit ping an einen Router testen</i>  | 521 |
| <i>Die Quell-IP-Adresse mit einem erweiterten ping kontrollieren</i>                    | 522 |
| Der Befehl traceroute   | 524 |
| <i>Funktionsweise des Befehls traceroute</i>  | 525 |
| <i>traceroute und ähnliche Befehle</i>  | 527 |
| Telnet und Suspend  | 529 |
| Aufgaben zur Prüfungsvorbereitung   | 533 |
| Alle Schlüsselthemen wiederholen  | 533 |
| Definitionen von Schlüsselbegriffen   | 533 |
| Befehlsreferenz zur Gedächtnisprüfung   | 534 |

## **Wiederholung von Teil IV ..... 538**

|  |     |
|--|-----|
| Fragen zur Einschätzung des Wissensstandes wiederholen | 539 |
| Fragen zur Wiederholung des Buchteils beantworten      | 539 |
| Schlüsselthemen wiederholen                            | 539 |
| Mindmap der Befehle nach Kategorien erstellen          | 539 |

## **Teil V: Fortgeschrittene Konzepte der IPv4-Adressierung ..... 543**

### **Kapitel 19 Subnetzdesigns ..... 545**

|   |     |
|---|-----|
| Fragen zur Einschätzung des Wissensstandes                          | 545 |
| Grundlagenthemen  | 548 |
| 19.1 Die Maske(n) anforderungsgerecht wählen .....                  | 548 |
| Rückblick: Die Wahl der minimalen Anzahl von Subnetz- und Host-Bits | 548 |
| Keine Maske entspricht den Anforderungen                            | 549 |
| Eine Maske entspricht den Anforderungen                             | 550 |

|   |            |
|---|------------|
| Mehrere Masken entsprechen den Anforderungen                              | 551        |
| <i>Alle Masken finden: Konzepte</i>                                       | 551        |
| <i>Alle Masken finden: Die Berechnungen</i>                               | 552        |
| <i>Die Wahl der besten Maske</i>  | 553        |
| Der formale Prozess   | 553        |
| Die Auswahl von Subnetzmasken üben  | 554        |
| <i>Übungsaufgaben für die Wahl der Subnetzmaske</i>                       | 554        |
| <i>Weitere Praxisübungen für die Wahl der Subnetzmaske</i>                | 555        |
| <b>19.2 Alle Subnetz-IDs finden</b>                                       | <b>555</b> |
| Erste Subnetz-ID: Das Nullsubnetz   | 556        |
| Das Schema anhand der Magic Number finden                                 | 556        |
| Ein formaler Prozess mit weniger als 8 Subnetz-Bits                       | 557        |
| <i>Beispiel 1: Netzwerk 172.16.0.0, Maske 255.255.240.0</i>               | 559        |
| <i>Beispiel 2: Netzwerk 192.168.1.0, Maske 255.255.255.224</i>            | 560        |
| Alle Subnetze mit exakt 8 Subnetz-Bits finden                             | 562        |
| Alle Subnetze mit mehr als 8 Subnetz-Bits finden                          | 562        |
| <i>Prozesse mit 9 bis 16 Subnetz-Bits</i>                                 | 563        |
| <i>Prozesse mit 17 oder mehr Subnetz-Bits</i>                             | 564        |
| Übung: Alle Subnetz-IDs finden  | 565        |
| <i>Übungsaufgaben für die Wahl der Subnetzmaske</i>                       | 566        |
| <i>Weitere Übungsaufgaben, um alle Subnetz-IDs zu finden</i>              | 566        |
| Aufgaben zur Prüfungsvorbereitung   | 567        |
| Alle Schlüsselthemen wiederholen  | 567        |
| Definitionen von Schlüsselbegriffen                                       | 567        |
| Übungsaufgaben  | 567        |
| Antworten auf Übungsaufgaben  | 568        |
| <b>Kapitel 20 VLSMs</b>   | <b>573</b> |
| Fragen zur Einschätzung des Wissensstandes                                | 573        |
| Grundlagenthemen  | 575        |
| <b>20.1 Basiskonzepte und Konfiguration von VLSM</b>                      | <b>575</b> |
| Klassenbezogene (classful) und klassenlose (classless) Routing-Protokolle | 576        |
| VLSM-Konfiguration und -Verifizierung                                     | 576        |
| <b>20.2 VLSM-Überschneidungen finden</b>                                  | <b>578</b> |
| So finden Sie eine VLSM-Überschneidung – Beispiel                         | 578        |
| Übung: VLSM-Überschneidungen finden                                       | 580        |
| <b>20.3 Neues Subnetz zu vorhandenem VLSM-Design hinzufügen</b>           | <b>581</b> |
| Beispiel für das Einfügen eines neuen VLSM-Subnetzes                      | 581        |
| Übung: Fügen Sie ein neues VLSM-Subnetz ein                               | 583        |
| Aufgaben zur Prüfungsvorbereitung   | 585        |
| Alle Schlüsselthemen wiederholen  | 585        |
| Tabellen und Listen aus dem Gedächtnis vervollständigen                   | 585        |
| Definitionen von Schlüsselbegriffen                                       | 585        |
| Anhang H Übungsaufgaben   | 585        |
| Antworten auf die Übungsaufgaben  | 586        |
| <b>Kapitel 21 Routenzusammenfassung</b>                                   | <b>591</b> |
| Fragen zur Einschätzung des Wissensstandes                                | 591        |
| Grundlagenthemen  | 593        |
| <b>21.1 Konzepte der manuellen Routenzusammenfassung</b>                  | <b>593</b> |
| Konzepte der Routenzusammenfassung  | 593        |
| Die Routenzusammenfassung und der Plan für das IPv4-Subnetting            | 594        |
| Manuell zusammengefasste Routen verifizieren                              | 595        |

|   |                |
|---|----------------|
| 21.2 Die Wahl der besten zusammengefassten Route .....        | 596            |
| Der Prozess zur Ermittlung der besten zusammengefassten Route | 597            |
| Beste zusammengefasste Route für Router R3 (Beispiel)         | 598            |
| Beste zusammengefasste Route für Router R2 (Beispiel)         | 599            |
| Übung: Die Wahl der besten zusammengefassten Routen           | 600            |
| Aufgaben zur Prüfungsvorbereitung                             | 601            |
| Alle Schlüsselthemen wiederholen                              | 601            |
| Anhang I Übungsaufgaben                                       | 601            |
| Definitionen von Schlüsselbegriffen                           | 601            |
| Antworten auf die Übungsaufgaben                              | 602            |
| <br><b>Teil VI: Wiederholung zu Teil V</b>                    | <br><b>606</b> |
| Fragen zur Einschätzung des Wissensstandes wiederholen        | 607            |
| Fragen zur Wiederholung des Buchteils beantworten             | 607            |
| Schlüsselthemen wiederholen                                   | 607            |
| Prozess-Mindmap erstellen                                     | 607            |
| <br><b>Teil VII: IPv4-Services</b>                            | <br><b>611</b> |
| <b>Kapitel 22 Einfache IPv4-ACLs .....</b>                    | <b>613</b>     |
| Fragen zur Einschätzung des Wissensstandes                    | 613            |
| Grundlagenthemen  | 616            |
| 22.1 Grundlagen von IPv4-ACLs .....                           | 616            |
| Standort und Richtung von ACLs                                | 616            |
| Pakete zuordnen   | 617            |
| Maßnahmen bei entsprechenden Treffern                         | 618            |
| Typen von IP-ACLs   | 618            |
| 22.2 Nummerierte Standard-IPv4-ACLs .....                     | 619            |
| Listenlogik mit IP-ACLs                                       | 619            |
| Zuordnungslogik und Befehlssyntax                             | 621            |
| Überprüfen auf exakte IP-Adresse                              | 621            |
| Untergruppe von Adressen mit Wildcards vergleichen            | 621            |
| Binäre Wildcard-Masken  | 623            |
| Die richtige Wildcard-Maske für ein passendes Subnetz finden  | 624            |
| Zuordnung für alle Adressen                                   | 624            |
| Standard-IP-ACLs implementieren (Übung)                       | 625            |
| Beispiel 1 zu den nummerierten Standard-ACLs                  | 625            |
| Beispiel 2 zu den nummerierten Standard-ACLs                  | 627            |
| Tipps für Troubleshooting und Verifikation                    | 629            |
| 22.3 Standard-IP-ACLs anwenden (Übung) .....                  | 630            |
| access-list-Befehle erstellen (Übung)                         | 631            |
| Reverse Engineering von der ACL zum Adressbereich             | 631            |
| Aufgaben zur Prüfungsvorbereitung                             | 634            |
| Alle Schlüsselthemen wiederholen                              | 634            |
| Definitionen von Schlüsselbegriffen                           | 634            |
| Anhang J, Übungsaufgaben                                      | 634            |
| Befehlsreferenz zur Gedächtnisprüfung                         | 635            |
| Antworten auf die Übungsaufgaben                              | 636            |

|  |                |
|--|----------------|
| <b>Kapitel 23 Erweiterte IPv4-ACLs und Gerätesicherheit .....</b>      | <b>639</b>     |
| Fragen zur Einschätzung des Wissensstandes                             | 640            |
| Grundlagenthemen   | 642            |
| <b>23.1 Erweiterte nummerierte IP-ACLs .....</b>                       | <b>642</b>     |
| Die Zuordnung des Protokolls sowie der Quell- und Ziel-IP-Adressen     | 642            |
| Vergleich von TCP- und UDP-Portnummern                                 | 644            |
| Erweiterte ACLs konfigurieren  | 647            |
| <i>Erweiterte IP-ACLs: Beispiel 1</i>                                  | 647            |
| <i>Erweiterte IP-ACLs: Beispiel 2</i>                                  | 649            |
| access-list-Befehle erstellen (Übung)                                  | 650            |
| <b>23.2 ACLs mit Namen und deren Bearbeitung .....</b>                 | <b>651</b>     |
| ACLs mit Namen   | 651            |
| ACLs mit Sequenznummern editieren                                      | 653            |
| Die Konfiguration von nummerierten ACLs im Vergleich zu ACLs mit Namen | 655            |
| <b>23.3 Router- und Switch-Sicherheit .....</b>                        | <b>656</b>     |
| Review: Passwortsicherheit für CLI                                     | 657            |
| Deaktivieren von Diensten  | 658            |
| Telnet- und SSH-Zugriff mit ACLs steuern                               | 659            |
| Hinweise zur ACL-Implementierung                                       | 660            |
| Network Time Protocol (Netzzeitprotokoll)                              | 661            |
| Aufgaben zur Prüfungsvorbereitung                                      | 664            |
| Alle Schlüsselthemen wiederholen                                       | 664            |
| Definitionen von Schlüsselbegriffen                                    | 664            |
| Befehlsreferenz zur Gedächtnisprüfung                                  | 665            |
| Antworten auf frühere Übungsaufgaben                                   | 667            |
| <br><b>Kapitel 24 Network Address Translation .....</b>                | <br><b>669</b> |
| Fragen zur Einschätzung des Wissensstandes                             | 669            |
| Grundlagenthemen   | 672            |
| <b>24.1 Perspektiven der IPv4-Adress-Skalierbarkeit .....</b>          | <b>672</b>     |
| CIDR   | 673            |
| <i>Routenzusammenfassung für kürzere Routing-Tabellen</i>              | 673            |
| <i>Erhalt von IPv4-Adressen</i>  | 674            |
| Private Adressierung   | 674            |
| <b>24.2 NAT-Konzepte .....</b>   | <b>675</b>     |
| Statisches NAT   | 676            |
| Dynamisches NAT  | 678            |
| NAT-Overloading mit PAT  | 680            |
| NAT-Overloading (PAT) auf Verbraucherroutern                           | 681            |
| <b>24.3 Konfiguration und Troubleshooting bei NAT .....</b>            | <b>683</b>     |
| Statisches NAT konfigurieren   | 683            |
| Dynamisches NAT konfigurieren  | 685            |
| Dynamische NAT-Verifizierung   | 687            |
| NAT-Overloading (PAT) konfigurieren                                    | 690            |
| Problembehebung bei NAT  | 692            |
| Aufgaben zur Prüfungsvorbereitung                                      | 694            |
| Alle Schlüsselthemen wiederholen                                       | 694            |
| Tabellen und Listen aus dem Gedächtnis vervollständigen                | 694            |
| Definitionen von Schlüsselbegriffen                                    | 695            |
| Befehlsreferenz zur Gedächtnisprüfung                                  | 695            |



|  |     |
|--|-----|
| Fragen zur Einschätzung des Wissensstandes wiederholen | 699 |
| Fragen zur Wiederholung des Buchteils beantworten      | 699 |
| Schlüsselthemen wiederholen                            | 699 |
| Mindmap der Befehle nach Kategorien erstellen          | 699 |

**Teil IX: IP Version 6**

**Kapitel 25 Grundlagen zu IPv6.....705**

|   |     |
|---|-----|
| Fragen zur Einschätzung des Wissensstandes                          | 705 |
| Grundlagenthemen  | 708 |
| <b>25.1 Einführung in IPv6.....708</b>                              |     |
| Die historischen Gründe für IPv6                                    | 708 |
| Die IPv6-Protokolle   | 710 |
| IPv6-Routing  | 711 |
| IPv6-Routing-Protokolle   | 713 |
| <b>25.2 Adressierungsformate und Konventionen bei IPv6 .....714</b> |     |
| Unverkürzte IPv6-Adressen repräsentieren                            | 715 |
| IPv6-Adressen kürzen und erweitern                                  | 715 |
| <i>IPv6-Adressen kürzen</i>   | 716 |
| <i>Verkürzte IPv6-Adressen erweitern</i>                            | 717 |
| Die Präfixlänge einer Adresse repräsentieren                        | 717 |
| Berechnung des IPv6-Präfix (Subnetz-ID)                             | 718 |
| <i>Das IPv6-Präfix finden</i>                                       | 718 |
| <i>Schwierigere IPv6-Präfixlängen</i>                               | 720 |
| Aufgaben zur Prüfungsvorbereitung                                   | 722 |
| Alle Schlüsselthemen wiederholen                                    | 722 |
| Tabellen und Listen aus dem Gedächtnis vervollständigen             | 722 |
| Definitionen von Schlüsselbegriffen                                 | 722 |
| Weitere Übungsaufgaben für die Verkürzung von IPv6-Adressen         | 723 |
| Antworten auf die Übungsaufgaben                                    | 724 |

**Kapitel 26 IP-Adressierung und Subnetting .....727**

|  |     |
|--|-----|
| Fragen zur Einschätzung des Wissensstandes                                   | 727 |
| Grundlagenthemen   | 729 |
| <b>26.1 Konzepte für globale Unicast-Adressen.....729</b>                    |     |
| Eine kleine Übersicht über öffentliche und private IPv4-Adressen             | 729 |
| <i>Übersicht über die Konzepte der öffentlichen IPv4-Adressierung</i>        | 729 |
| <i>Konzepte der privaten IPv4-Adressierung – Wiederholung</i>                | 731 |
| <i>Öffentliche und private IPv6-Adressen</i>                                 | 732 |
| Das globale IPv6-Routing-Präfix  | 733 |
| Adressbereiche für globale Unicast-Adressen                                  | 735 |
| IPv6-Subnetting mit globalen Unicast-Adressen                                | 735 |
| <i>Wo werden IPv6-Subnetze benötigt?</i>                                     | 736 |
| <i>Technische Details des IPv6-Subnettings mit globalen Unicast-Adressen</i> | 736 |
| <i>Den IPv6-Subnetz-Identifikator auflisten</i>                              | 739 |
| <i>Alle möglichen Subnetze auflisten</i>                                     | 739 |
| <i>Subnetze zur Topologie von Netzwerkverbunden zuweisen</i>                 | 740 |
| Adressen an Hosts in einem Subnetz zuweisen                                  | 741 |

|                   |  |            |
|-------------------|--|------------|
| 26.2              | Eindeutige lokale Unicast-Adressen .....                         | 741        |
|                   | Subnetting mit eindeutigen lokalen IPv6-Adressen                 | 742        |
|                   | Der Bedarf an global eindeutigen lokalen Adressen                | 743        |
|                   | Aufgaben zur Prüfungsvorbereitung                                | 745        |
|                   | Alle Schlüsselthemen wiederholen                                 | 745        |
|                   | Tabellen und Listen aus dem Gedächtnis vervollständigen          | 745        |
|                   | Definitionen von Schlüsselbegriffen                              | 745        |
| <b>Kapitel 27</b> | <b>IPv6-Adressierung auf Routern implementieren .....</b>        | <b>747</b> |
|                   | Fragen zur Einschätzung des Wissensstandes                       | 747        |
|                   | Grundlagenthemen   | 750        |
| 27.1              | Unicast-IPv6-Adressierung auf Routern implementieren .....       | 750        |
|                   | Statische Unicast-Adresse konfigurieren                          | 751        |
|                   | <i>Die vollständige 128-Bit-Adresse konfigurieren</i>            | 751        |
|                   | <i>Aktivieren von IPv6-Routing</i>                               | 752        |
|                   | <i>IPv6-Adresskonfiguration überprüfen</i>                       | 752        |
|                   | <i>Mit EUI-64 eine eindeutige Interface-ID generieren</i>        | 755        |
|                   | Dynamische Unicast-Adresse konfigurieren                         | 758        |
| 27.2              | Spezielle, von Routern verwendete Adressen .....                 | 759        |
|                   | Link-Local-Adressen  | 759        |
|                   | <i>Das Konzept der Link-Local-Adresse</i>                        | 759        |
|                   | <i>Link-Local-Adressen auf Routern erstellen</i>                 | 760        |
|                   | IPv6-Multicast-Adressen  | 762        |
|                   | <i>Broadcast-Adressen im Vergleich mit Multicast-Adressen</i>    | 762        |
|                   | <i>Multicast-Adressen mit lokaler Reichweite</i>                 | 763        |
|                   | <i>Solicited-node-IPv6-Multicast-Adressen</i>                    | 764        |
|                   | Verschiedenes über IPv6-Adressen                                 | 765        |
|                   | Aufgaben zur Prüfungsvorbereitung                                | 767        |
|                   | Alle Schlüsselthemen wiederholen                                 | 767        |
|                   | Tabellen und Listen aus dem Gedächtnis vervollständigen          | 767        |
|                   | Definitionen von Schlüsselbegriffen                              | 767        |
|                   | Weitere Übungsaufgaben für die Verkürzung von IPv6-Adressen      | 768        |
|                   | Befehlsreferenz zur Gedächtnisprüfung                            | 768        |
|                   | Antworten auf die Übungsaufgaben                                 | 769        |
| <b>Kapitel 28</b> | <b>IPv6-Adressierung auf Hosts implementieren .....</b>          | <b>771</b> |
|                   | Fragen zur Einschätzung des Wissensstandes                       | 771        |
|                   | Grundlagenthemen   | 774        |
| 28.1              | NDP (Neighbor Discovery Protocol) .....                          | 774        |
|                   | Router mit NDP RS und RA entdecken                               | 775        |
|                   | Adressierungsinformationen für SLAAC mit NDP RS und RA entdecken | 776        |
|                   | Neighbor-Link-Adressen mit NDP NS und NA entdecken               | 776        |
|                   | Doppelte Adressen mit NDP NS und NA entdecken                    | 778        |
|                   | Zusammenfassung NDP  | 779        |
| 28.2              | Dynamische Konfiguration von IPv6-Einstellungen auf Hosts .....  | 779        |
|                   | Dynamische Konfiguration mit zustandsbezogenem DHCP und NDP      | 780        |
|                   | <i>Unterschiede zwischen DHCPv6 und DHCPv4</i>                   | 781        |
|                   | <i>DHCPv6-Relay-Agents</i>                                       | 782        |
|                   | Die Verwendung von SLAAC (Stateless Address Autoconfiguration)   | 783        |
|                   | <i>Eine IPv6-Adresse anhand von SLAAC erstellen</i>              | 784        |
|                   | <i>SLAAC mit NDP und zustandslosem DHCPv6 kombinieren</i>        | 784        |

|   |     |
|---|-----|
| 28.3 Die IPv6-Konnektivität von Hosts überprüfen .....  | 786 |
| Überprüfen der Host-IPv6-Konnektivität von Hosts        | 786 |
| Die Host-Konnektivität nahegelegener Router überprüfen  | 789 |
| Aufgaben zur Prüfungsvorbereitung                       | 792 |
| Alle Schlüsselthemen wiederholen                        | 792 |
| Tabellen und Listen aus dem Gedächtnis vervollständigen | 792 |
| Definitionen von Schlüsselbegriffen                     | 793 |
| Befehlsreferenz zur Gedächtnisprüfung                   | 793 |

## **Kapitel 29 IPv6-Routing implementieren..... 797**

|  |     |
|--|-----|
| Fragen zur Einschätzung des Wissensstandes   | 797 |
| Grundlagenthemen   | 800 |
| 29.1 Direkt verbundene und lokale IPv6-Routen.....                                   | 800 |
| Regeln für direkt verbundene und lokale Routen                                       | 800 |
| Beispiel für direkt verbundene IPv6-Routen   | 801 |
| Beispiele für lokale IPv6-Routen   | 803 |
| 29.2 Statische IPv6-Routen .....   | 803 |
| Statische Routen mit ausgehendem Interface   | 804 |
| Statische Routen für Next-Hop-IPv6-Adressen  | 805 |
| <i>Beispiel für eine statische Route mit einer globalen Unicast-Next-Hop-Adresse</i> | 806 |
| <i>Beispiel für eine statische Route mit einer Link-Local-Next-Hop-Adresse</i>       | 807 |
| Statische Default-Routen   | 808 |
| 29.3 Dynamische Routen mit OSPFv3 .....  | 810 |
| OSPF für IPv4 und IPv6 im Vergleich  | 810 |
| <i>Die Versionen des OSPF-Routing-Protokolls und Protokolle</i>                      | 810 |
| <i>OSPFv2 und OSPFv3 im Vergleich</i>  | 811 |
| Single-Area-OSPFv3 konfigurieren   | 813 |
| <i>Single-Area-Konfigurationsbeispiel für OSPFv3</i>                                 | 814 |
| <i>Passive OSPFv3-Interfaces</i>   | 817 |
| Status und Routen von OSPFv3 überprüfen  | 817 |
| <i>OSPFv3-Konfigurationseinstellungen überprüfen</i>                                 | 818 |
| <i>OSPFv3-Nachbarn überprüfen</i>  | 820 |
| <i>Die OSPFv3-Datenbank untersuchen</i>  | 821 |
| <i>Durch OSPFv3 gelernte IPv6-Routen untersuchen</i>                                 | 822 |
| Aufgaben zur Prüfungsvorbereitung  | 824 |
| Alle Schlüsselthemen wiederholen   | 824 |
| Tabellen und Listen aus dem Gedächtnis vervollständigen                              | 824 |
| Definitionen von Schlüsselbegriffen  | 824 |
| Befehlsreferenz zur Gedächtnisprüfung  | 825 |

## **Teil X: Wiederholung zu Teil VII**

**828**

|  |     |
|--|-----|
| Fragen zur Einschätzung des Wissensstandes wiederholen                 | 829 |
| Fragen zur Wiederholung des Buchteils beantworten                      | 829 |
| Schlüsselthemen wiederholen  | 829 |
| Mindmap für IPv6-Adressierung erstellen                                | 829 |
| Mindmap für IPv6-Befehle zur Konfiguration und Verifizierung erstellen | 830 |

## **Teil XI: Abschließende Wiederholung** **833**

### **Kapitel 30 Abschließende Wiederholung** ..... **835**

#### **Tipps für die eigentliche Prüfung** ..... **835**

Lernen Sie die Fragetypen anhand des Cisco Certification Exam Tutorial kennen 835

Denken Sie über Ihr Zeitbudget im Vergleich zur Zahl der Fragen nach 836

Eine Methode zur Zeitkontrolle 837

Allgemeine Vorschläge zur Prüfungsvorbereitung 838

Ratschläge für den Prüfungstag 838

#### **Überblick über die Prüfungsvorbereitung** ..... **839**

- Subnetting und andere mathebezogene Fähigkeiten üben 839

Übungsexamen durchführen 842

*Die ICND1-Prüfung üben* 843

*Die CCNA-Prüfung üben* 844

*Hinweise zum Beantworten der Prüfungsfragen* 845

*Andere Übungsexamen durchführen* 847

Wissenslücken durch Wiederholung der Fragen aufdecken 847

CLI-Kenntnisse praktisch einüben 850

*Die Mindmaps aus den Wiederholungen der Buchteile verwenden* 850

*Üben Sie Szenarien* 850

Sonstige Lernaufgaben 851

Abschließende Gedanken 852

## **Teil XII: Anhänge** **855**

### **Anhang A: Numerische Referenztafel** ..... **857**

### **Anhang B: Updates für die ICND1-Prüfung** ..... **863**

### **Glossar** ..... **865**

### **Index** ..... **891**

#### **Anhänge auf DVD**

**Anhang C: Antworten zu den Fragen zur Einschätzung des Wissensstandes**

**Anhang D: Übung zu Kapitel 12: Klassenbezogene IPv4-Netzwerke analysieren**

**Anhang E: Übung zu Kapitel 13: Subnetzmasken analysieren**

**Anhang F: Übung zu Kapitel 14: Bestehende Subnetze analysieren**

**Anhang G: Übung zu Kapitel 19: Subnetzdesigns**

**Anhang H: Übungsaufgaben für Kapitel 20: Variable-Length Subnet Masks (VLSMs)**

**Anhang I: Übung zu Kapitel 21: Routenzusammenfassung**

**Anhang J: Übung zu Kapitel 22: Einfache IPv4-ACLs**

**Anhang K: Übung zu Kapitel 25: Grundlagen zu IPv6**

**Anhang L: Übung zu Kapitel 27: IPv6-Adressierung auf Routern implementieren**

**Anhang M: Tabellen zur Gedächtnisübung**

**Anhang N: Lösungen zu den Gedächtnistabellen**

**Anhang O: Mindmap-Lösungen**

**Anhang P: Studienplaner**