

Inhaltsverzeichnis

Einleitung	21
1 Computergrundlagen	25
1.1 Einführung	25
1.2 Hardwarekomponenten von Computern	25
1.2.1 Elektrische Bauteile	26
1.2.2 Subsysteme von PCs	26
1.2.3 Backplane-Komponenten	27
1.3 Der Datenfluss in einem idealisierten Computer	28
1.4 Netzwerkkarten	29
1.4.1 Einbau der Netzwerkkarte in einen PC	30
1.5 PCs und Laptops im Vergleich	31
1.6 Computersoftware	31
1.6.1 Webbrowser	31
1.6.2 Plug-Ins	32
1.6.3 Office-Anwendungen	32
1.7 Das Binärsystem	33
1.7.1 Was ist die Basis?	33
1.7.2 Basiskonventionen	34
1.7.3 Mit Exponenten arbeiten	34
1.7.4 Binärzahlen	35
1.7.5 Dezimalzahlen in Binärzahlen konvertieren	36
1.7.6 Gerade und ungerade	37
1.7.7 Übungen	38
1.8 Netzwerke und Netzwerktechnik	38
1.8.1 Datennetzwerke	39
1.8.2 Lösungen für Datennetzwerke	40
1.9 Digitale Bandbreite	41
1.9.1 Zur Veranschaulichung	42
1.9.2 Bandbreitenunterschiede	42

1.9.3	Datendurchsatz in Relation zur Bandbreite	44
1.9.4	Berechnung des Datentransfers	45
1.9.5	Warum ist die Bandbreite wichtig?	45
2	Das OSI-Referenzmodell	49
2.1	Einführung	49
2.2	Ein allgemeines Kommunikationsmodell	49
2.2.1	Absender, Empfänger und Datenpakete	50
2.2.2	Medien	51
2.2.3	Protokolle	52
2.3	Die Entwicklung der ISO-Netzwerkstandards	53
2.4	Der Zweck des OSI-Referenzmodells	54
2.5	Die sieben Schichten des OSI-Referenzmodells	55
2.5.1	Die oberen Schichten	56
2.5.2	Die unteren Schichten	57
2.6	Kapselung	58
2.6.1	Entkapselung	61
2.6.2	Datenbezeichnungen der einzelnen OSI-Schichten	61
2.7	Das TCP/IP-Referenzmodell	62
2.7.1	Die Schichten des TCP/IP-Referenzmodells	62
2.7.2	TCP/IP-Protokolldiagramm	64
2.8	Vergleich zwischen dem OSI- und dem TCP/IP-Modell	65
2.8.1	Gemeinsamkeiten	65
2.8.2	Unterschiede	65
2.8.3	Das OSI- und das TCP/IP-Modell im CCNA-Lehrplan	66
3	LANs	69
3.1	Einführung	69
3.2	Topologien	70
3.2.1	LAN-Geräte in einer Topologie	71
3.2.2	Netzwerkkarten	72
3.3	Medien	74
3.4	Repeater	75
3.5	Hubs	76
3.6	Bridges	78
3.7	Switches	79
3.8	Router	80
3.9	Wolken	82
3.10	Netzwerksegmente	82

3.11	Die Entwicklung der Netzwerkgeräte	83
3.11.1	Die Entwicklung der Netzwerkgeräte und die OSI-Schichten	84
3.11.2	Grundlagen zum Datenfluss in LANs	85
3.11.3	Paketfluss durch Geräte der Schicht 1	86
3.11.4	Paketfluss durch Geräte der Schicht 2	86
3.11.5	Paketfluss durch Geräte der Schicht 3	87
3.11.6	Paketfluss durch Geräte der Schichten 1 bis 7	87
3.11.7	Paketfluss durch Wolken	87
3.12	Wie man ein einfaches Netzwerk aufbaut	88
4	Schicht 1: Elektronik und Signale	91
4.1	Einführung	91
4.2	Elektrizität messen	91
4.2.1	Spannung	91
4.2.2	Strom	91
4.2.3	Widerstand	92
4.2.4	Wechselstrom	92
4.2.5	Gleichstrom	92
4.2.6	Impedanz und Wellenwiderstand	92
4.2.7	Die gegenseitige Beziehung von Spannung, Strom und Widerstand	92
4.2.8	Masse/Erde	92
4.2.9	Wechselstrom und Gleichstrom grafisch darstellen	93
4.2.10	Erdung	93
4.2.11	Multimeter	95
4.3	Signale in Kommunikationssystemen	96
4.3.1	Vergleich zwischen analogen und digitalen Signalen	97
4.3.2	Digitalsignale aus Analogsignalen erstellen	98
4.3.3	Darstellung eines Bits in einem physikalischen Medium	99
4.4	Probleme in Zusammenhang mit Signalen und Kommunikation	100
4.4.1	Ausbreitung von Netzwerksignalen	100
4.4.2	Dämpfung	101
4.4.3	Reflexion	102
4.4.4	Störsignale	103
4.4.5	Dispersion, Jitter und Latenz	108
4.4.6	Kollision	110
4.4.7	Informationen auf der Bitebene	111

4.5	Netzwerksignale kodieren	112
4.5.1	Welche Kodierungen gibt es?	112
4.5.2	Modulation	114
5	Schicht 1: Medien, Verbindungen und Kollisionen	117
5.1	Einführung	117
5.2	Medien im LAN	117
5.2.1	STP-Kabel	118
5.2.2	UTP-Kabel	119
5.2.3	Koaxialkabel	120
5.2.4	Glasfaserkabel	121
5.3	Drahtlose Kommunikation	123
5.4	Spezifikationen und Anschluss von Kabeln	124
5.4.1	Die TIA/EIA-Standards	125
5.4.2	Unterschiede zwischen Anschlüssen	127
5.4.3	Die TP-Konfektionierung	128
5.5	Verkabelung herstellen und testen	129
5.6	Straight-Through-Kabel	131
5.6.1	Crossover-Kabel	133
5.7	LAN-Technologien	133
5.7.1	LAN-Standards für Ethernet und IEEE 802.3	134
5.7.2	LANs und die Bitübertragungsschicht	135
5.7.3	Kabelmaterial, Buchsen und Stecker	137
5.7.4	Patchfelder	138
5.7.5	Transceiver	138
5.7.6	Repeater	139
5.7.7	Hubs	139
5.8	Kollisionen und Kollisionsdomänen in Umgebungen mit gemeinsamen Medien	139
5.8.1	Kollisionen und Kollisionsdomänen	141
5.8.2	Repeater, Hubs und Kollisionsdomänen	142
5.8.3	Die Vier-Repeater-Regel	143
5.8.4	Kollisionsdomänen segmentieren	143
5.9	Netzwerktopologien	144
5.9.1	Lineare Bustopologie	144
5.9.2	Ringtopologie	145
5.9.3	Doppelringtopologie	145
5.9.4	Sterntopologie	146
5.9.5	Erweiterte Sterntopologie	147

5.9.6	Baumtopologie	147
5.9.7	Asymmetrische Topologie	148
5.9.8	Komplette (vermaschte) Topologie	148
5.9.9	Zelluläre Topologie	148
6	Schicht 2: Konzepte	151
6.1	Einführung	151
6.2	LANs und die Sicherungsschicht	151
6.2.1	LAN-Standards	152
6.2.2	Die MAC-Teilschicht	153
6.2.3	Die LLC-Teilschicht	154
6.2.4	Hexadezimalzahlen als MAC-Adressen	155
6.3	Grundlagen zu Hexadezimalzahlen	155
6.3.1	Dezimalzahlen in Hexadezimalzahlen umwandeln	157
6.3.2	Hexadezimalzahlen in Dezimalzahlen umwandeln	158
6.3.3	Methoden zur Arbeit mit Hexadezimal- und Binärzahlen	158
6.4	MAC-Adressierung	160
6.4.1	MAC-Adresse und Netzwerkkarte	161
6.5	Framing	162
6.5.1	Das Format von Frames	163
6.5.2	Zugriffsmethoden für MAC	165
6.5.3	Drei Topologie-Implementierungen von MAC-Protokollen	166
7	Schicht 2: Technologien	169
7.1	Einführung	169
7.2	Grundlagen zu Token Ring (IEEE 802.5)	169
7.2.1	Das Frame-Format von Token Ring	169
7.2.2	Daten- und Befehls-Frames	170
7.2.3	Token-Zugriff	171
7.3	Grundlagen zu FDDI	173
7.3.1	Medienzugriff im FDDI-Netzwerk	175
7.4	Ethernet und IEEE 802.3	178
7.4.1	Frame-Format bei Ethernet	180
7.4.2	Medienzugriff im Ethernet-Netzwerk	182
7.4.3	Signalisierung im Ethernet-Netzwerk	183
7.4.4	10BaseT-Ethernet: Medien und Topologien	183
7.5	Geräte der Schicht 2	187

7.5.1	Netzwerkkarten	187
7.5.2	Bridges	187
7.5.3	Switches	189
7.6	Ethernet-LANs segmentieren	191
7.6.1	Kollisionsdomäne mit einer Bridge segmentieren	192
7.6.2	Kollisionsdomäne mit einem Switch segmentieren	193
7.6.3	Kollisionsdomäne mit einem Router segmentieren	194
7.7	Grundlegende Störungsbehebung	196
8	Planung und Dokumentation	199
8.1	Einführung	199
8.2	Grundlagen zur Planung und Dokumentation von Netzwerken	199
8.2.1	Fragen zum Netzdesign	200
8.2.2	Der allgemeine Planungsprozess	201
8.2.3	Wichtige Dokumente	202
8.3	Strukturierte Verkabelung: Spezifikationen für den Verteilerraum	203
8.3.1	Größe des Verteilerraums	204
8.3.2	Umgebungsspezifikationen	204
8.4	Strukturierte Verkabelung: Mögliche Verteilerräume bestimmen	208
8.4.1	Struktur der Horizontalverkabelung	208
8.4.2	Mögliche Standorte feststellen	209
8.4.3	Anzahl der Verteilerräume bestimmen	210
8.5	Strukturierte Verkabelung: Praxisbeispiel	211
8.6	Strukturierte Verkabelung: Horizontal- und Backbone-Verkabelung	214
8.6.1	Auswahl eines Hauptverteilerraums in einem mehrstöckigen Gebäude	215
8.6.2	Campus-Netzwerk mit mehreren Gebäuden	216
8.6.3	Kabelverbindungen für Haupt- und Zwischenverteiler	216
8.6.4	Medien für Backbone-Verkabelung	217
8.6.5	Anforderungen des Standards TIA/EIA-568-A an die Backbone-Verkabelung	217
8.6.6	Maximale Längen bei der Backbone-Verkabelung	219
8.7	Strukturierte Verkabelung: Elektrizität und Erdung	220
8.7.1	230-V-Netzstörungen	220
8.7.2	Elektrostatische Entladungen	220

8.7.3	Erdung des Stromflusses in EDV-Geräten	221
8.7.4	Getrennte Erdungen	221
8.8	Strukturierte Verkabelung: Kabel und Erdung	222
8.8.1	Probleme mit fehlerhaften Erdungen	222
8.8.2	Wie man Massestromkreise zwischen den Gebäudeteilen verhindert	222
8.9	Die Stromversorgung im Netzwerk: Probleme mit 230-V-Netzleitungen	223
8.9.1	Typische Störspannungsprobleme mit dem 230-V-Netz	223
8.9.2	Überspannungen und Spannungsspitzen: Ursachen	224
8.9.3	Überspannungen und Spannungsspitzen: Schäden	224
8.9.4	Abhilfe bei Überspannungen und Spannungsspitzen	225
8.9.5	Abhilfe bei Spannungseinbrüchen	226
8.9.6	Abhilfe bei Schwingungen	227
8.10	Notstromversorgung im Netzwerk: USVs	227
8.10.1	USVs für LAN-Geräte	227
8.10.2	Einsatz von USVs zur Problembeseitigung	227
8.10.3	Komponenten von USVs	228
8.10.4	Unterschiede zwischen verschiedenen USV-Varianten	228
8.10.5	Wie eine USV funktioniert	229
9	Strukturierte Verkabelungsprojekte	231
9.1	Einführung	231
9.2	Projektplanung	231
9.2.1	Sicherheitstechnische Prozesse bei der Netzwerkinstallation	232
9.2.2	Netzwerkdokumentation	233
9.2.3	Netzwerkinstallationsteams	233
9.2.4	Arbeitsabläufe	234
9.2.5	Planung des Materialbedarfs	234
9.3	Installation von RJ45-Anschlussdosen	235
9.3.1	Die RJ45-Buchse	235
9.3.2	Aufputzmontage einer RJ45-Buchse	235
9.3.3	Unterputzmontage einer RJ45-Buchse	236
9.3.4	Kupferdrähte in einer Buchse auflegen	237
9.3.5	Wie Leitungen in einer Buchse angeklemt werden	238
9.4	Grundlagen zur Kabelinstallation	239
9.4.1	Grundlagen zur Installation von UTP-Kabeln	239
9.4.2	Dokumentation von Installationsstrecken	240

9.4.3	Richtlinien des Standards TIA/EIA-606 zur Kennzeichnung von Kabeln	241
9.4.4	Vorbereitung der Kabel für Verlegung und Kennzeichnung von Kabeln	242
9.4.5	Kabelenden kennzeichnen	243
9.5	Strukturierte Installationsstrecken	243
9.5.1	Kabelmontage im Kabelkanal	244
9.5.2	Vorsichtsmaßnahmen vor der Kabelinstallation	244
9.5.3	Gebäudesicherheit	245
9.5.4	Horizontalverkabelung verlegen	245
9.6	Grundlagen zu Verteilerräumen	246
9.6.1	Grundlagen zu Haupt- und Zwischenverteilern	247
9.6.2	Patchfelder	248
9.7	Geräte zur Überprüfung der strukturierten Verkabelung	250
9.8	Probleme bei der strukturierten Verkabelung	251
10	Schicht 3: Routing und Adressierung	255
10.1	Einführung	255
10.2	Die Bedeutung der Vermittlungsschicht	255
10.2.1	Segmentierung und autonome Systeme	257
10.2.2	Kommunikation zwischen getrennten Netzwerken	257
10.3	Netzwerkgeräte der Schicht 3 und Pfadermittlung	257
10.3.1	Pfadermittlung	259
10.3.2	Adressierung in der Vermittlungsschicht	259
10.3.3	Der Kommunikationspfad	260
10.4	IP-Adressen im IP-Header	261
10.4.1	Felder der Vermittlungsschicht	261
10.4.2	IP-Adressen als binäre 32-Bit-Zahlen	263
10.5	Klassen von IP-Adressen	264
10.5.1	IP-Adressen als Dezimalzahlen	265
10.5.2	Dezimale IP-Adressen in ihre Binärdarstellung konvertieren	266
10.5.3	Binäre IP-Adressen in ihre Dezimaläquivalente konvertieren	267
10.6	Reservierte Adressräume	267
10.6.1	Der Netzanteil der IP-Adresse	268
10.6.2	Broadcast-Adressen	269
10.6.3	Anzahl von Hosts in Netzwerken	269
10.7	Grundlagen der Subnetzbildung	269

10.7.1	Die klassische IP-Adressierung	270
10.7.2	Subnetze	272
10.7.3	Boolesche Operatoren: UND, ODER und NICHT	273
10.8	Ein Subnetz bilden	274
10.8.1	Größe der Subnetzmaske	276
10.8.2	Subnetzmaske und IP-Adresse berechnen	277
10.8.3	Anzahl der Hosts pro Subnetz berechnen	278
10.8.4	Die boolesche UND-Operation	278
10.8.5	IP-Konfiguration in einem Netzwerkdiagramm	280
10.8.6	Host- und Subnetzsysteme	280
10.8.7	Private Adressen	281
11	Schicht 3: Protokolle	283
11.1	Einführung	283
11.2	Grundlagen zur Vermittlungsschicht	283
11.2.1	Router	283
11.2.2	Schicht-3-Adressen	284
11.2.3	Eindeutige Netzwerknummern	285
11.2.4	Die Router-Schnittstelle	286
11.3	Netzwerkübergreifende Kommunikation	287
11.3.1	Methoden zur Zuweisung von IP-Adressen	287
11.3.2	DHCP	289
11.3.3	Die Funktionsweise des ARP-Protokolls	290
11.4	Fortgeschrittene ARP-Konzepte	291
11.4.1	Default-Gateway	291
11.4.2	Proxy ARP	292
11.5	Geroutete Protokolle und Routing-Protokolle	293
11.5.1	Geroutete Protokolle	294
11.5.2	Routing-Protokolle	295
11.5.3	Ablauf der Kapselung durch den Router	295
11.5.4	Routing mit mehreren Protokollen	295
11.6	Verbindungslose und verbindungsorientierte Netzwerkdienste	296
11.7	ARP-Tabellen	297
11.8	ARP-Anfragen und ARP-Antworten	299
11.9	IGP- und EGP-Protokolle	299
11.9.1	RIP	300
11.9.2	IGRP und EIGRP	300
11.9.3	OSPF	301

11.10	Statisches und dynamisches Routing	301
11.10.1	Statisches Routing	301
11.10.2	Dynamisches Routing	302
11.10.3	Daten mit RIP durch ein Netzwerk routen	304
12	Schicht 4: Die Transportschicht	309
12.1	Einführung	309
12.2	Die Funktionen der Transportschicht	309
12.2.1	Flusskontrolle	310
12.2.2	Verbindung mit einem Peer-System herstellen	310
12.2.3	Fenstertechnik	313
12.2.4	Bestätigungen	314
12.3	Der TCP/IP-Protokollstapel	314
12.4	Protokolle der Schicht 4	316
12.4.1	Format von TCP-Segmenten	317
12.4.2	Format von UDP-Segmenten	318
12.5	Methoden für TCP-Verbindungen	319
12.5.1	Drei-Schritte-Handshake	321
13	Schicht 5: Die Sitzungsschicht	325
13.1	Einführung	325
13.2	Funktionen der Sitzungsschicht	325
13.3	Dialogsteuerung	327
13.4	Dialogtrennung	328
13.5	Protokolle der Schicht 5	329
14	Schicht 6: Die Darstellungsschicht	331
14.1	Einführung	331
14.2	Funktionen und Standards der Darstellungsschicht	331
14.3	Dateiformate	333
14.4	Datenverschlüsselung und Datenkompression	334
15	Schicht 7: Die Anwendungsschicht	337
15.1	Einführung	337
15.2	Grundlagen der Anwendungsschicht	337
15.2.1	Direkte Netzwerkanwendungen	338
15.2.2	Indirekte Netzwerkunterstützung	339
15.3	DNS	340
15.3.1	Der DNS-Server	341

15.4	Netzwerkanwendungen	341
15.4.1	E-Mail	342
15.4.2	DNS-Funktionalität	343
15.5	Beispiele für die Anwendungsschicht	344
15.5.1	Telnet	344
15.5.2	FTP	345
15.5.3	HTTP	346
16	WANs und Router	349
16.1	Einführung	349
16.2	WANs	349
16.2.1	WAN-Geräte	349
16.2.2	WAN-Standards	350
16.2.3	WAN-Technik	352
16.2.4	WANs und Router	356
16.2.5	Die Funktion des Routers im WAN	357
16.3	Labortopologie	358
17	Der Kommandozeileninterpreter	363
17.1	Einführung	363
17.2	Überblick über die Bedienoberfläche eines Routers	363
17.2.1	Befehlsliste für den Benutzermodus	365
17.2.2	Befehlsliste für den privilegierten Modus	366
17.3	Hilfsfunktionen verwenden	369
17.4	IOS-Editierbefehle verwenden	370
17.5	IOS-History-Befehle verwenden	371
18	Router-Komponenten	375
18.1	Einführung	375
18.2	Konfigurationskomponenten und Betriebsmodi bei Routern	375
18.2.1	Interne Komponenten zur Router-Konfiguration	376
18.2.2	Router-Modi	377
18.3	Mit Statusbefehlen den Router-Status überprüfen	378
18.3.1	Die Befehle show running-config und show startup-config	379
18.3.2	Der Befehl show interfaces	380
18.3.3	Der Befehl show version	380
18.3.4	Der Befehl show protocols	381

18.4	Mit Hilfe des CDP-Protokolls auf andere Router zugreifen	381
18.4.1	Einträge benachbarter CDP-Router anzeigen	382
18.4.2	Beispiel für eine CDP-Konfiguration	383
18.4.3	CDP-Einträge eines Geräts betrachten	384
18.4.4	Der Befehl <code>show cdp neighbors</code>	385
18.5	Grundlegende Netzwerktests	386
18.5.1	Die Anwendungsschicht mit dem Befehl <code>telnet</code> testen	386
18.5.2	Die Vermittlungsschicht mit dem Befehl <code>ping</code> testen	388
18.5.3	Die Vermittlungsschicht mit dem Befehl <code>trace</code> testen	389
18.5.4	Die Vermittlungsschicht mit dem Befehl <code>show ip route</code> testen	390
18.5.5	Die Bitübertragungs- und die Sicherungsschicht mit dem Befehl <code>show interfaces serial</code> testen	391
18.5.6	Die Befehle <code>show interfaces</code> und <code>clear counters</code>	392
18.5.7	Den Verkehr in Echtzeit mit dem Befehl <code>debug</code> überprüfen	393
19	Router starten und konfigurieren	395
19.1	Einführung	395
19.2	Startablauf und Konfigurationsmodus bei Routern	395
19.2.1	Startablauf	396
19.3	Befehle für den Router-Start	397
19.3.1	Der Setup-Dialog	398
19.3.2	Globale Parameter konfigurieren	398
19.3.3	Schnittstellenparameter konfigurieren	400
19.3.4	Konfigurationsscript prüfen und verwenden	400
20	Router-Konfiguration (1)	403
20.1	Einführung	403
20.2	Router-Konfigurationsdateien	403
20.2.1	Mit Konfigurationsdateien unter Release 11.x arbeiten	403
20.2.2	Mit Konfigurationsdateien unter älteren Betriebssystemversionen (vor Release 11.0) arbeiten	405
20.2.3	Einen TFTP-Server verwenden	405
20.2.4	NVRAM unter Release 11.x oder höher benutzen	407
20.2.5	NVRAM unter älteren Betriebssystemversionen (vor IOS 11.0) benutzen	407
20.3	Router-Konfigurationsmodi	408

20.3.1	Globale Konfigurationsmodi	409
20.3.2	Routing-Protokolle konfigurieren	410
20.3.3	Befehle zur Schnittstellenkonfiguration	411
20.4	Konfigurationsmethoden	412
20.4.1	Konfiguration ab Release 11.x	413
20.4.2	Konfiguration unter älteren Betriebssystemversionen (vor IOS 11.0)	413
20.4.3	Methoden zur Passwortkonfiguration	414
20.4.4	Konfiguration der Router-Kennung	415
21	IOS-Images	417
21.1	Einführung	417
21.2	Position der Cisco IOS-Software ermitteln	417
21.2.1	Werte im Konfigurationsregister	418
21.2.2	Der Befehl show version	419
21.2.3	Bootstrap-Optionen in der Software	420
21.2.4	Den Einsatz des TFTP-Servers vorbereiten	421
21.2.5	Der Befehl show flash	422
21.3	Dateibezeichnung des Cisco IOS	423
21.4	Ein Software-Image sichern	423
21.5	Der Befehl copy tftp flash	424
21.6	Sicherungskopie des IOS-Image laden	425
22	Router-Konfiguration (2)	429
22.1	Einführung	429
22.2	Einen Router über das CLI konfigurieren, nachdem die Startkonfigurationsdatei gelöscht wurde	429
22.3	Kennwörter wiederherstellen	431
22.3.1	Übersicht	431
22.3.2	Passwortwiederherstellung: Methode 1	432
22.3.3	Passwortwiederherstellung: Methode 2	434
23	TCP/IP	437
23.1	Einführung	437
23.2	Die TCP/IP-Protokollfamilie	437
23.3	Die Anwendungsschicht im TCP/IP-Protokollstapel	438
23.4	Die Transportschicht im TCP/IP-Protokollstapel	441
23.4.1	Format von TCP- und UDP-Segmenten	442
23.4.2	TCP- und UDP-Port-Nummern	443

23.4.3	Drei-Schritte-Handshake	445
23.4.4	Einfache TCP-Bestätigung und Fenstertechnik	446
23.4.5	Sliding Windows	447
23.4.6	Sequenz- und Bestätigungsnummern bei TCP	448
23.5	Die Internetschicht im TCP/IP-Protokollstapel	448
23.5.1	IP-Datagramme	449
23.5.2	ICMP	450
23.5.3	ARP	452
24	IP-Adressierung	455
24.1	Einführung	455
24.2	IP-Adressierung und Subnetzbildung	455
24.2.1	Die Rolle der Hostadresse in einem Router-Netzwerk	456
24.2.2	Die Rolle der Broadcast-Adresse in einem Router-Netzwerk	457
24.2.3	Zuweisung von IP-Adressen an Router-Schnittstellen	458
24.3	IP-Adresskonfiguration	458
24.3.1	Der Befehl ip host	459
24.3.2	Der Befehl ip name-server	460
24.3.3	Hostnamen anzeigen	461
24.4	Adresskonfiguration überprüfen	462
24.4.1	Die Befehle telnet und ping	462
24.4.2	Der Befehl trace	464
25	Routing	467
25.1	Einführung	467
25.2	Grundlagen zum Routing	467
25.2.1	Wie Router Pakete vom Absender zum Empfänger leiten	467
25.2.2	Netzwerk- und Hostadressierung	468
25.2.3	Pfadbestimmung und Paketvermittlung	469
25.2.4	Geroutete Protokolle und Routing-Protokolle	470
25.2.5	Protokollfunktionen in der Vermittlungsschicht	470
25.2.6	Routing mit mehreren Protokollen	471
25.3	Statisches und dynamisches Routing	472
25.3.1	Der Zweck einer statischen Route	472
25.3.2	Warum dynamisches Routing wichtig ist	474
25.3.3	Wie die Länge von Netzwerkpfaden mit Hilfe unterschiedlicher Metriken bestimmt wird	476

25.3.4	Routing-Protokollklassen	477
25.3.5	Konvergenz	478
25.4	Grundlagen zum Distanzvektor-Routing	478
25.4.1	Wie eine Routing-Tabelle aktualisiert wird	478
25.4.2	Wie Distanzvektorprotokolle Routing-Tabellen austauschen	479
25.4.3	Wie Topologieänderungen im Router-Netzwerk bekannt gemacht werden	480
25.4.4	Das Problem der Routing-Schleifen	481
25.4.5	Das Count-to-Infinity-Problem	482
25.4.6	Lösung: einen Endwert definieren	482
25.4.7	Lösung: Das Split-Horizon-Verfahren	483
25.4.8	Lösung: Holddown-Timer	484
25.5	Grundlagen zum Link-State-Routing	484
25.5.1	Wie Link-State-Protokolle Routing-Daten austauschen	485
25.5.2	Wie Topologieänderungen im Router-Netzwerk bekannt gemacht werden	486
25.5.3	Probleme beim Link-State-Routing	487
25.5.4	Unsynchronisierte LSAs führen zu Inkonsistenzen bei Pfadentscheidungen	489
25.6	Einsatz verschiedener Routing-Protokolle in unterschiedlichen Umgebungen	490
25.6.1	Hybride Routing-Protokolle	491
25.6.2	Einfache Routing-Prozesse	491
25.6.3	Pfadsuche und Wechsel zwischen verschiedenen Protokollen und Medien	493
26	Routing-Protokolle	497
26.1	Einführung	497
26.2	Router-Ausgangskonfiguration	497
26.2.1	Die erste IP-Routing-Tabelle	498
26.2.2	Netzwerkerkennung	498
26.2.3	Der Befehl ip route	500
26.2.4	Der Befehl ip default-network	501
26.3	Interne und externe Routing-Protokolle	502
26.3.1	Autonome Systeme	503
26.3.2	Interne IP-Routing-Protokolle	503
26.3.3	Aufgaben bei der IP-Routing-Konfiguration	503
26.3.4	Die Befehle router und network	504

26.4	RIP	504
26.4.1	RIP mit den Befehlen router rip und network aktivieren	505
26.4.2	Mit dem Befehl show ip protocol den IP-Paketfluss überwachen	506
26.4.3	Der Befehl show ip route	507
26.5	IGRP	507
26.5.1	IGRP mit den Befehlen router igrp und network aktivieren	508
26.5.2	Mit dem Befehl show ip protocol den IP-Paketfluss überwachen	509
26.5.3	Der Befehl show ip interfaces	510
26.5.4	Der Befehl show ip route	511
26.5.5	Der Befehl debug ip rip	511
27	Troubleshooting im Netzwerk	515
27.1	Einführung	515
27.2	Problembehebung in Zusammenhang mit den Laborübungen des 2. Semesters	515
27.3	Ein allgemeines Modell zur Beseitigung von Problemen	519
27.3.1	Modell zur Problembehebung anwenden	519
27.4	Szenarios zur IP-Problembehebung	525
27.4.1	Eine Problembehebungsroutine entwickeln	526
27.4.2	Das Szenario	527
27.4.3	Vorhandene Routen überprüfen	527
27.4.4	Die Route mit traceroute ermitteln	528
27.4.5	Konnektivitätsüberprüfung mit dem erweiterten ping-Befehl	529
27.5	Weitere mögliche Probleme	530
27.5.1	ARP-Probleme	530
27.5.2	Routing-Tabellen von Endsystemen überprüfen	531
	Glossar	535
	Stichwortverzeichnis	581