

# Inhaltsverzeichnis

<b>Einleitung</b>	<b>15</b>
<b>1 Wiederholung: OSI-Referenzmodell und Routing</b>	<b>19</b>
1.1 Einleitung	19
1.2 Ein Netzwerkmodell mit Schichten: Das OSI-Referenzmodell	20
1.2.1 Kommunikation gleichrangiger Schichten	21
1.2.2 Datenkapselung	23
1.3 Die Bitübertragungsschicht	24
1.3.1 Physikalische Verbindungen unter Ethernet und IEEE 802.3	25
1.4 Die Sicherungsschicht	26
1.4.1 Die Ethernet/IEEE 802.3-Schnittstelle	27
1.5 Die Vermittlungsschicht	28
1.5.1 IP-Adressierung und Subnetzbildung	28
1.5.2 Pfadermittlung	29
1.5.3 ICMP	31
1.5.4 ARP	33
1.5.5 Routing	33
1.5.6 Geroutete Protokolle und Routing-Protokolle	36
1.5.7 Aufgaben bei der IP-Routing-Konfiguration	39
1.6 Die Transportschicht	41
1.6.1 Datensegmentierung	42
1.6.2 Verbindung	42
1.6.3 Datenübertragung	43
1.6.4 Fenstertechnik (Windowing)	43
1.6.5 Bestätigungen	44
<b>2 LAN-Switching</b>	<b>47</b>
2.1 Einleitung	47
2.2 Anforderungen an ein Netzwerk	47
2.2.1 Die Ethernet/IEEE 802.3-Schnittstelle	48
2.2.2 LANs mit gemeinsam genutzten Medien durch den Einsatz von Repeatern erweitern	51
2.3 Leistung im LAN verbessern	52
2.3.1 Vollduplex-Ethernet	52
2.3.2 LAN-Segmentierung	52
2.4 Grundlagen zum Switching und Bridging	56
2.4.1 Latenz bei LAN-Switches	57

## 6 CNAP Lehrbuch, 3. und 4. Semester

2.4.2	Schicht-2- und Schicht-3-Switching	58
2.4.3	Wie ein LAN-Switch Adressen ermittelt	59
2.4.4	Die Vorteile des Switchings	60
2.4.5	Symmetrisches und asymmetrisches Switching	60
2.4.6	Zwei Switching-Methoden	62
2.4.7	VLANs	63
2.5	Das Spanning-Tree-Protokoll	63
2.5.1	Die Statuszustände des Spanning-Tree-Protokolls	64
<b>3</b>	<b>VLANs</b>	<b>67</b>
3.1	Einleitung	67
3.2	Grundlagen zu VLANs	67
3.2.1	Vorhandene LAN-Konfigurationen	67
3.3	Mit Switching-Architekturen segmentieren	68
3.3.1	VLANs und physische Grenzen	69
3.3.2	VLANs über Backbones transportieren	71
3.3.3	Router in VLANs	71
3.3.4	Switching-Netzwerke konfigurieren	71
3.4	VLAN-Implementierungen	73
3.4.1	Port-zentrische VLANs	74
3.4.2	Statische VLANs	74
3.4.3	Dynamische VLANs	75
3.5	Vorteile von VLANs	75
3.5.1	Benutzer hinzufügen, verschieben und ändern	75
3.5.2	Broadcasts steuern	76
3.5.3	Sicherheit im Netzwerk verbessern	78
3.5.4	Nutzung vorhandener Hubs	79
<b>4</b>	<b>LAN-Design</b>	<b>83</b>
4.1	Einleitung	83
4.2	Ziele beim LAN-Design	84
4.3	Komponenten des Netzdesigns	85
4.3.1	Funktion und Platzierung der Server	85
4.3.2	Kollisionserkennung	87
4.3.3	Segmentierung	88
4.3.4	Bandbreiten- versus Broadcast-Domänen	89
4.4	Vorgehensweise beim Netzdesign	90
4.4.1	Ermittlung der Anforderungen	90
4.4.2	Anforderungen analysieren	91
4.4.3	Netztopologie entwickeln	93
4.4.4	Logische und physische Netzwerkimplementierung dokumentieren	112
<b>5</b>	<b>Routing-Protokolle: IGRP</b>	<b>117</b>
5.1	Einleitung	117
5.2	Grundlagen zur Vermittlungsschicht	118

---

5.2.1	Pfadermittlung in der Vermittlungsschicht	118
5.2.2	Routing-Tabellen	118
5.2.3	Der Kommunikationspfad in der Vermittlungsschicht	120
5.2.4	Netzwerk- und Hostadressierung	121
5.3	Geroutete Protokolle und Routing-Protokolle	122
5.3.1	Multiprotokoll-Routing	122
5.4	IP-Routing-Protokolle	122
5.4.1	Die optimale Route	124
5.4.2	Einfachheit und Effizienz	124
5.4.3	Robustheit	124
5.4.4	Konvergenz	124
5.4.5	Flexibilität	125
5.4.6	Statisches Routing	125
5.4.7	Dynamisches Routing	125
5.4.8	Routing-Methoden	126
5.5	Konfiguration des IP-Routings	126
5.6	Grundlagen zu IGRP	127
5.6.1	Interne und externe IGRP-Routen und IGRP-Systemrouten	127
5.6.2	IGRP-Routing-Prozess erstellen	128
5.6.3	Die Stabilität von IGRP erhöhen	130
5.6.4	IGRP-Metrikdaten	132
5.6.5	IGRP-Updates	132
5.6.6	Maximale Anzahl der Hops	133
6	ACLs (Access Control Lists)	135
6.1	Einleitung	135
6.2	Überblick zu ACLs	136
6.2.1	Gründe für den Einsatz von ACLs	138
6.2.2	Reihenfolge bei der Erstellung von ACLs	139
6.2.3	ACLs verwenden	139
6.2.4	Wie ACLs funktionieren	140
6.3	ACL-Konfiguration	142
6.3.1	ACLs mit Schnittstellen verknüpfen	143
6.3.2	Einer ACL eine Nummer zuweisen	143
6.3.3	Wildcard-Maskenbits verwenden	144
6.4	Standard-ACLs	147
6.4.1	Beispiele für Standard-ACLs	148
6.5	Erweiterte ACLs	152
6.5.1	Beispiele für erweiterte ACLs	153
6.6	ACLs mit Namen verwenden	156
6.6.1	Der Befehl deny	157
6.6.2	Der Befehl permit	158
6.7	ACLs mit Protokollen verwenden	158
6.8	ACLs platzieren	159
6.8.1	ACLs und Firewalls	160
6.8.2	Eine Firewall-Architektur konfigurieren	161
6.9	ACLs verifizieren	163

<b>7 Novell IPX</b>	<b>167</b>
7.1 Einleitung	167
7.2 Cisco-Router in NetWare-Netzwerken	167
7.2.1 Die NetWare-Protokollfamilie von Novell	168
7.3 Übersicht zu IPX	169
7.3.1 Adressierung unter IPX	169
7.4 Frame-Typen bei Novell	173
7.4.1 Frame-Typen bei Cisco	174
7.4.2 IPX-Paketformat	175
7.5 Novell-Routing mit RIP	175
7.6 Das SAP-Protokoll	179
7.7 Das GNS-Protokoll	180
7.8 IPX-Konfiguration	182
7.8.1 Globale IPX-Konfiguration	182
7.8.2 IPX-Schnittstellenkonfiguration	182
7.8.3 IPX-Betrieb überprüfen	184
7.9 IPX-Netzwerke überwachen und verwalten	184
7.9.1 Status einer IPX-Schnittstelle überwachen	185
7.9.2 IPX-Routing-Tabellen überwachen	186
7.9.3 IPX-Server überwachen	188
7.9.4 IPX-Verkehr überwachen	189
7.9.5 Troubleshooting beim IPX-Routing	193
<b>8 Netzmanagement (1)</b>	<b>199</b>
8.1 Einleitung	199
8.2 Netzwerkdokumentation	199
8.2.1 Haupt- und Zwischenverteilerplan	199
8.2.2 Konfigurationsangaben zu Servern und Workstations	200
8.2.3 Software-Listen	201
8.2.4 Wartungsaufzeichnungen	201
8.2.5 Sicherheitsmaßnahmen	201
8.2.6 Benutzerordnung	204
8.3 Netzwerksicherheit	204
8.3.1 Absicherung gegen unbefugten Zugriff	204
8.3.2 Datenwiederherstellung	205
8.4 Umgebungsbedingungen	210
8.4.1 Stromversorgung	211
8.4.2 EMI und RFI	211
8.4.3 Software-Viren	211
8.5 Leistungsfähigkeit des Netzwerks	212
8.6 Serveradministration	214
8.6.1 Peer-to-Peer-Netzwerke	214
8.6.2 Client-/Server-Netzwerke	215
8.6.3 Steuerung des Netzwerks	218
8.7 Troubleshooting im Netzwerk	220

---

<b>9</b>	<b>WANs</b>	<b>225</b>
9.1	Einleitung	225
9.2	Überblick zu WAN-Technologien	225
9.2.1	WAN-Dienste	226
9.2.2	WAN-Provider	227
9.2.3	Virtuelle WAN-Verbindungen	229
9.2.4	WAN-Signalisierungsstandards und -kapazitäten	229
9.3	WAN-Geräte	230
9.3.1	Router	231
9.3.2	WAN-Switches	231
9.3.3	Modems	232
9.3.4	CSU/DSU	232
9.3.5	ISDN-Terminaladapter	233
9.4	WANs und das OSI-Referenzmodell	233
9.4.1	Die Bitübertragungsschicht im WAN	233
9.4.2	Die Sicherungsschicht im WAN	235
9.5	Frame-Formate im WAN	236
9.5.1	PPP	236
9.5.2	HDLC	237
9.6	Leitungstypen im WAN	238
9.6.1	Standleitungen	238
9.6.2	Paketvermittelte Verbindungen	239
9.6.3	Leitungsvermittelte Verbindungen	241
<b>10</b>	<b>WAN-Design</b>	<b>247</b>
10.1	Einleitung	247
10.2	WAN-Kommunikation	247
10.2.1	LAN/WAN-Integration	249
10.3	WAN-Design: Die ersten Schritte	250
10.3.1	Anforderungen ermitteln	252
10.3.2	Anforderungen analysieren	254
10.3.3	Prüfung auf Störanfälligkeit	257
10.4	Netzwerkmerkmale ermitteln und auswählen	257
10.4.1	Netzwerkmodell auswählen	258
10.4.2	Das hierarchische Netzdesignmodell	258
10.4.3	Vorteile eines hierarchischen WAN-Designs	264
10.4.4	Frame-Relay- und ISDN-Verbindungen im WAN	268
<b>11</b>	<b>PPP</b>	<b>271</b>
11.1	Einleitung	271
11.2	Überblick zu PPP	272
11.2.1	PPP-Komponenten	272
11.2.2	Funktionen der PPP-Schichten	273
11.2.3	Format von PPP-Frames	274
11.3	PPP-Sitzungen	274

11.3.1	Phase 1: Öffnen der Verbindung und Verhandlung der Konfiguration	275
11.3.2	Phase 2: Feststellung der Verbindungsqualität	275
11.3.3	Phase 3: Aushandlung der Konfiguration der Vermittlungsschichtprotokolle	276
11.3.4	Phase 4: Abbau der Verbindung	276
11.4	PPP-Authentifizierung	276
11.4.1	PPP-Authentifizierung konfigurieren	278
11.4.2	CHAP-Authentifizierung konfigurieren	279
<b>12</b>	<b>ISDN</b>	<b>281</b>
12.1	Einleitung	281
12.2	Überblick zu ISDN	282
12.2.1	ISDN-Komponenten	283
12.2.2	ISDN-Referenzpunkte	284
12.2.3	ISDN-Switch-Typen	286
12.2.4	SPIDs	287
12.2.5	ISDN-Standards	287
12.3	ISDN und das OSI-Referenzmodell	288
12.3.1	Die ISDN-Bitübertragungsschicht	288
12.3.2	Die ISDN-Sicherungsschicht	289
12.3.3	Die ISDN-Vermittlungsschicht	290
12.4	ISDN-Kapselung	291
12.4.1	PPP	291
12.5	Einsatzgebiete von ISDN	292
12.5.1	Remote-Zugriff	292
12.5.2	LAN-Erweiterung	293
12.5.3	SOHO-Anbindungen	294
12.6	ISDN-Dienste: Basisanschluss und Primärmultiplexanschluss	295
12.6.1	Installation eines Basisanschlusses (BRI)	297
12.6.2	Hardware des Basisanschlusses	297
12.7	ISDN-Konfiguration	298
12.7.1	ISDN-Basisanschluss (BRI) konfigurieren	299
12.7.2	Switch-Typ definieren	300
12.7.3	SPIDs definieren	300
12.7.4	Beispiel für eine Basisanschlusskonfiguration	302
12.7.5	Funktion des Basisanschlusses überprüfen	303
12.8	DDR (Dial-On-Demand Routing)	304
12.8.1	DDR-Betrieb überprüfen	305
12.8.2	DDR-Problembehebung	305
<b>13</b>	<b>Frame-Relay</b>	<b>309</b>
13.1	Einleitung	309
13.2	Überblick zu Frame-Relay	309
13.2.1	Begriffe aus dem Bereich Frame-Relay	310
13.2.2	Betrieb von Frame-Relay	312
13.2.3	Frame-Relay-Multiplexing	313

---

13.2.4	Format von Frame-Relay-Frames	315
13.2.5	Frame-Relay-Adressierung	315
13.3	Ciscos Frame-Relay-Implementierung: LMI	316
13.3.1	LMI-Betriebsweise	316
13.3.2	LMI-Erweiterungen	317
13.3.3	Globale Adressierung	319
13.3.4	Multicasting	319
13.3.5	Inverse ARP	319
13.3.6	Frame-Relay-Mapping	320
13.3.7	Frame-Relay-Switching-Tabellen	321
13.4	Frame-Relay-Subschnittstellen	323
13.4.1	Routing-Umgebungen mit Split-Horizon-Verfahren	324
13.4.2	Erreichbarkeitsprobleme mit Subschnittstellen lösen	325
13.5	Einfache Frame-Relay-Konfiguration	325
13.5.1	Frame-Relay-Betrieb verifizieren	327
13.5.2	Konfiguration der seriellen Schnittstelle für eine Frame-Relay-Verbindung	330
13.5.3	Frame-Relay-Konfiguration überprüfen	331
13.5.4	Subschnittstellen konfigurieren	332
13.5.5	Optionale Befehle konfigurieren	335
<b>14</b>	<b>Netzmanagement (2)</b>	<b>339</b>
14.1	Einleitung	339
14.2	Die administrative Seite des Netzmanagements	339
14.2.1	Grenzen des Netzwerks erkennen und setzen	340
14.2.2	Kosten eines Netzwerks	341
14.2.3	Fehlerberichte	342
14.3	Netzwerkuüberwachung	342
14.3.1	Verbindungen überwachen	343
14.3.2	Verkehrsüberwachung	343
14.3.3	Das SNMP-Protokoll	344
14.3.4	RMON	345
14.4	Troubleshooting in Netzwerken	348
14.4.1	Troubleshooting-Methoden	349
14.4.2	Software-Tools	357
<b>15</b>	<b>Remote-Zugriffstechnik</b>	<b>363</b>
15.1	Einleitung	363
15.2	Kabelmodems	363
15.2.1	Wie Kabelmodems funktionieren	365
15.2.2	Architektur von Kabeldatennetzen	368
15.2.3	Kabeldatennetze und das OSI-Modell	370
15.2.4	Fazit zur Datenübertragung im Kabelfernsehnetz	371
15.3	Funknetze	373
15.3.1	DBS (Direct Broadcast Satellite)	374
15.3.2	Erdnahe Satelliten	376
15.3.3	Funk-LANs	378

15.4	DSL	384
15.4.1	ADSL	385
15.4.2	VDSL	392
15.4.3	Verhältnis von VDSL und ADSL	399
<b>16</b>	<b>VPNs</b>	<b>403</b>
16.1	Einleitung	403
16.2	Funktionsweise von VPNs	403
16.2.1	Vorteile von VPNs	404
16.2.2	Typen von VPNs	404
16.2.3	VPNs: Ein Beispiel	406
16.3	VPN-Implementierung	407
16.3.1	Sicherheits-Audit	407
16.3.2	Umfang und Anwendungserfordernisse	408
16.3.3	Dokumentation	408
16.3.4	Sicherheitsrichtlinien	408
16.4	Das VPN-System von Cisco	408
16.4.1	Tunneling	409
16.4.2	Ciscos virtueller Wähldienst	410
16.5	Aspekte des virtuellen Wähldienstes	414
16.5.1	Authentifizierung und Sicherheit	414
16.5.2	Autorisierung	414
16.5.3	Adresszuweisung	415
16.5.4	Accounting	415
<b>17</b>	<b>Strategien für Netzwerksicherheit und Netzmanagement</b>	<b>419</b>
17.1	Einleitung	419
17.2	Sicherheitsdesign für ein Netzwerk	419
17.2.1	Werte im Netzwerk ermitteln und Risiken analysieren	420
17.2.2	Sicherheitsanforderungen und Kompromisse analysieren	420
17.2.3	Sicherheitsplan entwickeln	421
17.2.4	Sicherheitsrichtlinien definieren	422
17.2.5	Sicherheitsprozeduren entwickeln	423
17.3	Sicherheitsmechanismen	423
17.3.1	Authentifizierung	423
17.3.2	Autorisierung	424
17.3.3	Berichtserstellung (Auditing)	424
17.3.4	Datenverschlüsselung	425
17.3.5	Paketfilter	428
17.3.6	Firewalls	429
17.3.7	Intrusion Detection	429
17.3.8	Physische Sicherheit	430
17.4	Sicherheitslösungen auswählen	430
17.4.1	Internetverbindungen sichern	430
17.4.2	Einwahlzugänge sichern	433
17.4.3	Netzwerkdienste sichern	434
17.4.4	Benutzerdienste sichern	435

---

<b>18 Zusammenfassung des Stoffes für die CCNA-Prüfung</b>	<b>439</b>
18.1 Einführung	439
18.2 Das OSI-Modell	439
18.2.1 Anwendungsschicht	439
18.2.2 Darstellungsschicht	440
18.2.3 Sitzungsschicht	440
18.2.4 Transportschicht	440
18.2.5 Vermittlungsschicht	441
18.2.6 Sicherungsschicht	441
18.2.7 Bitübertragungsschicht	442
18.2.8 Datenkapselung	442
18.3 Subnetze bilden	443
18.3.1 Subnetze planen	443
18.4 LAN-Switching	444
18.4.1 Vollduplex- und Halbduplexkommunikation bei Ethernet	444
18.5 Ethernet-Frames	446
18.5.1 Die MAC-Adresse	447
18.5.2 Mikrosegmentierung eines Netzwerks	449
18.5.3 Switches und Puffer	450
18.5.4 Flache Netzwerke	451
18.5.5 LAN-Segmentierung mit Routern	452
18.5.6 ARP-Anfragen und ARP-Antworten	453
18.6 Symmetrisches und asymmetrisches Switching	457
18.6.1 Cut-Through- und Store-and-Forward-Switching im LAN	458
18.7 Die Vorteile von VLANs	459
18.7.1 Warum man Port-zentrische VLANs verwendet	460
18.7.2 Routing und VLANs	461
18.7.3 VLAN-Tagging	464
18.8 Das Spanning-Tree-Protokoll	466
<b>Glossar</b>	<b>469</b>
<b>Stichwortverzeichnis</b>	<b>515</b>