

Inhaltsverzeichnis

Vorspann	15
1 Leben in einer vernetzten Welt	27
1.1 Kommunikation in der Welt der Netzwerke	27
1.1.1 Wie Netzwerke uns im täglichen Leben unterstützen	28
1.1.2 Wie Netzwerke uns beim Lernen unterstützen	31
1.1.3 Wie Netzwerke uns bei der Arbeit unterstützen	33
1.1.4 Wie Netzwerke uns beim Spielen unterstützen	35
1.2 Kommunikation: Ein wesentlicher Teil unseres Lebens	36
1.2.1 Was ist Kommunikation?	36
1.2.2 Qualität der Kommunikation	37
1.3 Das Netzwerk als Plattform	38
1.3.1 Kommunikation über Netzwerke	38
1.3.2 Elemente eines Netzwerks	38
1.3.3 Zusammenwachsende Netzwerke	44
1.4 Die Architektur des Internets	46
1.4.1 Die Netzwerkarchitektur	46
1.4.2 Ausfallsichere Netzwerkarchitekturen	48
1.4.3 Skalierbare Netzwerkarchitektur	50
1.4.4 Implementierung der Dienstgüte	52
1.4.5 Netzwerksicherheit bereitstellen	54
1.5 Trends in der Netzwerktechnik	57
1.5.1 Wie geht es weiter?	57
1.5.2 Aufstiegsmöglichkeiten	59
1.6 Zusammenfassung	59
1.7 Aktivitäten und Übungen	60
1.8 Lernzielkontrolle	61
1.9 Weiterführende Fragen und Aktivitäten	64
1.10 Weitere Informationen	65

6 Netzwerkgrundlagen

2 Kommunikation über das Netzwerk	67
2.1 Die Plattform für die Kommunikation	68
2.1.1 Elemente der Kommunikation	68
2.1.2 Nachrichten kommunizieren	69
2.1.3 Die Komponenten des Netzwerks	71
2.1.4 Endgeräte und ihre Rolle im Netzwerk	71
2.1.5 Vermittlungsgeräte und ihre Rolle im Netzwerk	72
2.1.6 Netzwerkmedien	74
2.2 LANs, WANs und das Internet	76
2.2.1 LANs	76
2.2.2 WANs	76
2.2.3 Das Internet: Ein »Netz der Netze«	77
2.2.4 Netzwerkdarstellungen	78
2.3 Protokolle	79
2.3.1 Regeln für die Kommunikation	80
2.3.2 Netzwerkprotokolle	81
2.3.3 Protokollfamilien und Industriestandards	81
2.3.4 Interaktion der Protokolle	82
2.3.5 Technologieübergreifende Protokolle	83
2.4 Schichtenmodelle	83
2.4.1 Die Vorteile eines Schichtenmodells	83
2.4.2 Protokoll- und Referenzmodelle	84
2.4.3 Das TCP/IP-Modell	86
2.4.4 Das OSI-Modell	89
2.4.5 OSI- und TCP/IP-Modell im Vergleich	91
2.5 Adressierung im Netzwerk	92
2.5.1 Adressierung im Netzwerk	92
2.5.2 Wie die Daten zum Endgerät gelangen	93
2.5.3 Wie die Daten von Netzwerk zu Netzwerk gelangen	93
2.5.4 Wie die Daten zur korrekten Anwendung gelangen	94
2.6 Zusammenfassung	95
2.7 Aktivitäten und Übungen	96
2.8 Lernzielkontrolle	97
2.9 Weiterführende Fragen und Aktivitäten	100
2.10 Weitere Informationen	101

3	Funktionalität und Protokolle der Anwendungsschicht	103
3.1	Anwendungen: Die Schnittstelle zwischen den Netzwerken	104
3.1.1	Das OSI- und das TCP/IP-Modell	104
3.1.2	Software der Anwendungsschicht	108
3.1.3	Benutzeranwendungen, Dienste und Anwendungsschichtprotokolle	109
3.1.4	Funktionen der Anwendungsschichtprotokolle	110
3.2	Vorkehrungen für Anwendungen und Dienste treffen	111
3.2.1	Das Client/Server-Modell	111
3.2.2	Server	113
3.2.3	Dienste und Protokolle der Anwendungsschicht	114
3.2.4	Peer-to-Peer-Netzwerke und -Anwendungen	115
3.3	Beispiele für Protokolle und Dienste der Anwendungsschicht	117
3.3.1	DNS-Dienste und DNS-Protokoll	118
3.3.2	Der WWW-Dienst und HTTP	124
3.3.3	E-Mail-Dienste und SMTP-/POP-Protokolle	126
3.3.4	E-Mail-Server-Prozesse: MTA und MDA	127
3.3.5	FTP	129
3.3.6	DHCP	130
3.3.7	Dateifreigabe und das SMB-Protokoll	133
3.3.8	Peer-to-Peer-Dienste und das Gnutella-Protokoll	134
3.3.9	Telnet-Dienste und -Protokoll	136
3.4	Zusammenfassung	138
3.5	Aktivitäten und Übungen	139
3.6	Lernzielkontrolle	140
3.7	Weiterführende Fragen und Aktivitäten	142
3.8	Weitere Informationen	143
4	Die OSI-Transportschicht	145
4.1	Funktionen der Transportschicht	146
4.1.1	Zweck der Transportschicht	146
4.1.2	Unterstützung einer zuverlässigen Kommunikation	152
4.1.3	TCP und UDP	154
4.1.4	Port-Adressierung	155
4.1.5	Teile und herrsche: Segmentierung und Wiederzusammensetzung	160

8 Netzwerkgrundlagen

4.2	TCP: Zuverlässig kommunizieren	162
4.2.1	Wie man zuverlässig kommuniziert	162
4.2.2	TCP-Serverprozesse	163
4.2.3	TCP-Verbindungen auf- und abbauen	164
4.2.4	Der Drei-Schritte-Handshake	164
4.2.5	TCP-Sitzung beenden	167
4.2.6	TCP-Bestätigung mit Fenstertechnik	169
4.2.7	TCP-Neuübertragung	171
4.2.8	Segmentverluste durch TCP minimieren	171
4.3	UDP: Kommunikation mit niedrigem Overhead	174
4.3.1	UDP: Niedriger Overhead vs. Zuverlässigkeit	174
4.3.2	Wiederzusammensetzung von UDP-Datagrammen	175
4.3.3	UDP-Serverprozesse und -anforderungen	176
4.3.4	UDP-Clientprozesse	176
4.4	Zusammenfassung	177
4.5	Übungen	178
4.6	Lernzielkontrolle	179
4.7	Weiterführende Fragen und Aktivitäten	182
4.8	Weitere Informationen	183
5	Die OSI-Vermittlungsschicht	185
5.1	IPv4	185
5.1.1	Vermittlungsschicht: Kommunikation von Host zu Host	186
5.1.2	IPv4: Das Musterbeispiel eines Vermittlungsschichtprotokolls	190
5.1.3	Wie aus der Transportschicht-PDU ein IPv4-Paket wird	193
5.1.4	Der IPv4-Paket-Header	194
5.2	Wie man Hosts in Netzwerken gruppier	196
5.2.1	Gemeinsame Gruppen erstellen	196
5.2.2	Warum Hosts auf Netzwerke verteilt werden	200
5.2.3	Netzwerke in Subnetze unterteilen	204
5.3	Wie Datenpakete von Routern behandelt werden	205
5.3.1	Geräteparameter zur Unterstützung der externen Kommunikation	206
5.3.2	Ende-zu-Ende-Übertragung von IP-Paketen	206
5.3.3	Der Ausgang aus dem Netzwerk	207
5.3.4	Der Weg durch das Netzwerk	209

5.3.5	Das Zielnetzwerk	213
5.3.6	Welchen Weg das Paket nimmt	215
5.3.7	Wie das Paket zum Ziel kommt	216
5.4	Wie Routen erlernt werden	217
5.4.1	Statisches Routing	217
5.4.2	Dynamisches Routing	218
5.4.3	Routing-Protokolle	218
5.5	Zusammenfassung	220
5.6	Übungen	221
5.7	Lernzielkontrolle	222
5.8	Weiterführende Fragen und Aktivitäten	224
5.9	Weitere Informationen	225
6	IPv4-Adressierung im Netzwerk	227
6.1	IPv4-Adressen	227
6.1.1	Anatomie einer IPv4-Adresse	227
6.1.2	Binärzahlen in Dezimalzahlen konvertieren	229
6.1.3	Dezimalzahlen in Binärzahlen konvertieren	233
6.1.4	Kommunikationsarten	240
6.2	IPv4-Adressen für verschiedene Zwecke	246
6.2.1	Adressstypen im IPv4-Netzwerkbereich	246
6.2.2	Netz- und Hostanteile mit Subnetzmasken definieren	248
6.2.3	Öffentliche und private Adressen	250
6.2.4	Spezielle IPv4-Unicast-Adressen	252
6.2.5	Traditionelle IPv4-Adressierung	254
6.3	Adressen zuweisen	257
6.3.1	Adressierung im Netzwerk planen	257
6.3.2	Statische und dynamische Adressierung für Endgeräte	259
6.3.3	Geräteadressen auswählen	261
6.3.4	Die IANA	264
6.3.5	Internetprovider	265
6.4	Adressen berechnen	267
6.4.1	Befindet sich der Host in meinem Netzwerk?	267
6.4.2	Netzwerk-, Host- und Broadcast-Adressen berechnen	270
6.4.3	Grundlagen der Subnetzbildung	273
6.4.4	Netzwerke in Subnetze der richtigen Größe aufteilen	278
6.4.5	Ein Subnetz in Subnetze unterteilen	283

10 Netzwerkgrundlagen

6.5	Vermittlungsschicht testen	292
6.5.1	Den lokalen Stack testen	293
6.5.2	Konnektivität zum lokalen LAN ermitteln	293
6.5.3	Konnektivität zum Remote-LAN testen	294
6.5.4	Mit Traceroute/tracert den Pfad testen	296
6.5.5	ICMPv4 zum Testen und für Fehlermitteilungen verwenden	298
6.6	IPv6 im Überblick	301
6.7	Zusammenfassung	303
6.8	Übungen	303
6.9	Lernzielkontrolle	304
6.10	Weiterführende Fragen und Aktivitäten	306
6.11	Weitere Informationen	307
7	Die OSI-Sicherungsschicht	309
7.1	Medienzugriff in der Sicherungsschicht	309
7.1.1	Dienste für die übergeordneten Schichten bereitstellen und anbinden	310
7.1.2	Übertragung über lokale Medien steuern	313
7.1.3	Einen Frame erstellen	314
7.1.4	Dienste übergeordneter Schichten mit Medien verbinden	316
7.1.5	Standards	317
7.2	Mit MAC-Methoden Daten in das Medium einspeisen	318
7.2.1	Medienzugriff bei gemeinsamem Medium	319
7.2.2	Medienzugriff bei nicht gemeinsamen Medien	322
7.2.3	Logische und physische Topologie	323
7.3	Daten adressieren und in Frames packen	326
7.3.1	Der Frame	326
7.3.2	Die Rolle des Headers	327
7.3.3	Die Rolle des Trailers	329
7.3.4	Beispiele für Frames in der Sicherungsschicht	331
7.4	Resümee: Der Weg der Daten durch das Netzwerk	338
7.5	Zusammenfassung	345
7.6	Übungen	345
7.7	Lernzielkontrolle	346
7.8	Weiterführende Fragen und Aktivitäten	348
7.9	Weitere Informationen	349

8 Die OSI-Bitübertragungsschicht	351
8.1 Kommunikationssignale in der Bitübertragungsschicht	351
8.1.1 Funktion der Bitübertragungsschicht	351
8.1.2 Funktionen der Bitübertragungsschicht	353
8.1.3 Standards der Bitübertragungsschicht	353
8.1.4 Grundprinzipien der Bitübertragungsschicht	355
8.2 Darstellung von Bits bei Signalisierung und Codierung	357
8.2.1 Signalisierung von Bits	357
8.2.2 Bits gruppieren	360
8.2.3 Datenübertragungskapazität	364
8.3 Kommunikationsanbindung in der Bitübertragungsschicht	366
8.3.1 Medientypen	366
8.3.2 Kupfermedien	367
8.3.3 Glasfaser	375
8.3.4 Mediensteckverbinder	380
8.4 Zusammenfassung	382
8.5 Übungen	383
8.6 Lernzielkontrolle	384
8.7 Weiterführende Fragen und Aktivitäten	386
8.8 Weitere Informationen	387
9 Ethernets	389
9.1 Überblick zu Ethernet	390
9.1.1 Ethernet-Standards und -Implementierungen	390
9.1.2 Die Schichten 1 und 2	390
9.1.3 Verbindung mit den übergeordneten Schichten	392
9.1.4 Daten in das Medium einspeisen	393
9.1.5 Physische Ethernet-Implementierungen	395
9.2 Kommunikation über das LAN	395
9.2.1 Historisches Ethernet	396
9.2.2 Standard-Ethernet	397
9.2.3 Aktuelles Ethernet	398
9.2.4 Gigabit-Ethernet und mehr	399
9.3 Der Ethernet-Frame	400
9.3.1 Pakete in Frames kapseln	401
9.3.2 Die MAC-Adresse	403
9.3.3 Hexadezimalzahlen und Hexadezimaladressierung	406

12 Netzwerkgrundlagen

9.3.4	Eine weitere Adressierungsschicht	409
9.3.5	Unicast-, Broadcast- und Multicast-Adressen bei Ethernet	410
9.4	Medienzugriff bei Ethernet	413
9.4.1	Medienzugriff implementieren	413
9.4.2	Die CSMA/CD-Funktion	413
9.4.3	Das Timing bei Ethernet	418
9.4.4	IFS und Backoff	421
9.5	Die Bitübertragungsschicht bei Ethernet	423
9.5.1	10-Mbit/s- und 100-Mbit/s-Ethernet	424
9.5.2	Gigabit-Ethernet	426
9.5.3	Die Zukunft von Ethernet	428
9.6	Hubs und Switches	429
9.6.1	Die Verwendung von Hubs bei Standard-Ethernet	429
9.6.2	Switches bei Ethernet verwenden	431
9.6.3	Selektive Weiterleitung bei Switches	434
9.7	Das ARP-Protokoll	438
9.7.1	IPv4- in MAC-Adressen auflösen	438
9.7.2	Zuordnungscache verwalten	440
9.7.3	Probleme mit ARP-Broadcasts	445
9.8	Zusammenfassung	446
9.9	Übungen	447
9.10	Lernzielkontrolle	448
9.11	Weiterführende Fragen und Aktivitäten	451
9.12	Weitere Informationen	451
10	Netzwerke planen und verkabeln	453
10.1	Physische Verbindungen in LANs herstellen	453
10.1.1	Das geeignete LAN-Gerät auswählen	454
10.1.2	Faktoren zur Geräteauswahl	456
10.2	Verbindungen zwischen Geräten	460
10.2.1	Verbindungen in LANs und WANs herstellen	461
10.2.2	LAN-Verbindungen herstellen	468
10.2.3	WAN-Verbindungen herstellen	472
10.3	Adressierungsschema entwickeln	476
10.3.1	Wie viele Hosts?	476
10.3.2	Wie viele Netzwerke?	477
10.3.3	Adressstandard für das Netzwerk entwerfen	479

10.4	Subnetze berechnen	480
10.4.1	Adressen berechnen (Fall 1)	480
10.4.2	Adressen berechnen (Fall 2)	486
10.5	Verbindungen zwischen Geräten	488
10.5.1	Geräteschnittstellen	488
10.5.2	Verbindung zur Gerätekonfiguration herstellen	490
10.6	Zusammenfassung	492
10.7	Übungen	493
10.8	Lernzielkontrolle	494
10.9	Weiterführende Fragen und Aktivitäten	496
10.10	Weitere Informationen	499
11	Netzwerke konfigurieren und testen	501
11.1	Grundlagen zum IOS	501
11.1.1	Cisco IOS	502
11.1.2	Zugriffsmethoden	502
11.1.3	Konfigurationsdateien	505
11.1.4	Einführung in die Cisco IOS-Modi	507
11.1.5	Die grundlegende IOS-Befehlsstruktur	511
11.1.6	CLI-Hilfe verwenden	513
11.1.7	Prüfbefehle im IOS	520
11.1.8	Die IOS-Konfigurationsmodi	522
11.2	Mit dem Cisco IOS eine Basiskonfiguration erstellen	523
11.2.1	Geräte benennen	523
11.2.2	Zugriffsbeschränkung mit Passwörtern und Bannern	526
11.2.3	Konfigurationsdateien administrieren	532
11.2.4	Schnittstellen konfigurieren	538
11.3	Konnektivität überprüfen	542
11.3.1	Protokollstapel testen	542
11.3.2	Schnittstelle testen	544
11.3.3	Lokales Netzwerk testen	548
11.3.4	Gateway- und Remote-Konnektivität testen	550
11.3.5	Traces nutzen und Ergebnisse interpretieren	553
11.4	Netzwerke überwachen und dokumentieren	558
11.4.1	Netzwerk-Baseline	558
11.4.2	Trace-Daten aufzeichnen und interpretieren	560
11.4.3	MAC-Adressen von Knoten im Netzwerk ermitteln	562

14 Netzwerkgrundlagen

11.5	Zusammenfassung	566
11.6	Übungen	568
11.7	Lernzielkontrolle	570
11.8	Weiterführende Fragen und Aktivitäten	572
11.9	Weitere Informationen	573
Anhang: Antworten zu Lernzielkontrollen und weiterführenden Fragen		575
Glossar		605
Stichwortverzeichnis		631