

Auf einen Blick

Einführung.....	17
Teil I: Orientierung im Netz: Grundbegriffe und einfache Abläufe	21
Kapitel 1: Ein Sprachpaket geht auf Reisen	23
Kapitel 2: Das 1 x 1 der Kommunikationsregeln	39
Kapitel 3: Datenkommunikation im Internet: Ein Überblick	63
Teil II: Das Internet-Protokoll und seine Helfer	73
Kapitel 4: IP: Was das Protokoll kann und was nicht	75
Kapitel 5: IP-Adressen: Die Anschriften des Internets	93
Kapitel 6: Adressierungsdienste im Internet	121
Kapitel 7: Router: Die Wegweiser im Internet	135
Kapitel 8: IP im Zusammenspiel mit TCP und UDP	159
Teil III: Daten unterwegs: Protokolle und Abläufe auf den Schichten 1 und 2	179
Kapitel 9: Vom IP-Paket zum Übertragungssignal.....	181
Kapitel 10: Lokal verkabelt mit dem Ethernet-Standard	211
Kapitel 11: Drahtlos vernetzt: Der WLAN-Standard	227
Teil IV: Netzwerke: sicher, zuverlässig und mobil	243
Kapitel 12: Sicher im Netz.....	245
Kapitel 13: Netzwerkmanagement und Quality of Service	261
Kapitel 14: Mobilfunknetze und Voice over IP	275
Teil V: Der Top-Ten-Teil	293
Kapitel 15: Zehn ausgewählte Netzwerktrends, kurz erklärt.....	295
Kapitel 16: Zweimal zehn wichtige Netzwerkstandards.....	307
Kapitel 17: Zehn Tipps für den Internetanschluss.....	309
Kapitel 18: Zehn Gründe, einfach mal offline zu gehen.....	313
Abkürzungen für Computernetze-Dummies.....	315
Abbildungsverzeichnis.....	321
Stichwortverzeichnis	327

Inhaltsverzeichnis

Einführung	17
Über dieses Buch	17
Törichte Annahmen über den Leser und die Leserin	18
Wie dieses Buch aufgebaut ist	18
Konventionen und Symbole in diesem Buch	20
Wie es weitergeht	20
 TEIL I	
ORIENTIERUNG IM NETZ: GRUNDBEGRIFFE UND EINFACHE ABLÄUFE	21
 Kapitel 1	
Ein Sprachpaket geht auf Reisen	23
Worte, gut verpackt	24
Die Welt der Nullen und Einsen	24
Grundprinzip der Paketvermittlung	25
Klein aber fein: Ein Sprachpaket im Internet	29
Die Reise kann beginnen	30
Der erste Schritt ins Netz	30
Hop-by-Hop durchs Internet	33
Sicher, zuverlässig, überpünktlich: Die Extras im Internet	34
Unterwegs im Internet: Frei oder kontrolliert?	34
Security im Internet: Hört da jemand mit?	36
Wenn es schnell gehen soll: Fast Lane gefällig?	37
 Kapitel 2	
Das 1 x 1 der Kommunikationsregeln	39
Netzwerkprotokolle: Die Absprachen im Datennetz	39
Alles läuft nach Protokoll	39
Typische Protokollvereinbarungen	40
Aufgabenteilung	42
Die Idee der Aufgabenteilung	42
Das OSI-Referenzmodell	44
Das TCP/IP-Referenzmodell	47
Fazit zu den Referenzmodellen	49
Das Auf und Nieder der Datenkommunikation	50
Horizontale und vertikale Kommunikation	51
Datenkommunikation, mal ganz abstrakt betrachtet	51
Das Ein- und Auspacken von Daten	54

10 Inhaltsverzeichnis

Kategorien und Standards in der Netzwerkwelt	55
Netzwerkstandards: Wer schreibt die Regeln?	55
Jedem Netz seine Schublade: Typische Netzwerkkategorien	58
Kapitel 3	
Datenkommunikation im Internet: Ein Überblick	63
Das Internet und seine Protokolle	63
Das Internet: Ein weltumspannendes Datennetzwerk	63
Der Besuch einer Webseite	66
Adressierung und Zuständigkeiten	67
Die Adressierung von Daten im Internet	68
Netzwerkkomponenten und ihre Zuständigkeiten	70
TEIL II	
DAS INTERNET-PROTOKOLL UND SEINE HELFER	73
Kapitel 4	
IP: Was das Protokoll kann und was nicht	75
Grundlagen zu IP	75
Grundlegende Aufgaben von IP	75
IP in seiner Rolle zwischen den Schichten 2 und 4	76
Die Entwicklung und Versionen des Internet-Protokolls	78
Die IP-Versionen 4 und 6	79
Wichtige Neuerungen in IPv6	79
Der IP-Header	80
Paket zu groß? Zwei IP-Versionen – zwei Strategien	83
IPv4 und IPv6 in friedlicher Koexistenz	88
Dual Stack	88
Tunneling	89
Network Address Translation (NAT64)	90
Kapitel 5	
IP-Adressen: Die Anschriften des Internets	93
Grundstruktur und Darstellung der IP-Adressen	93
Kurz und knapp: Die IPv4-Adressen	93
Hex-hex: Die IPv6-Adressen	95
Struktur und Ordnung in den IP-Adressen	98
Besondere Adressen und Adressbereiche	101
Erst verschwendet, dann knapp: Reservierte IPv4-Adressen	102
Aus dem Vollen schöpfen: Reservierte IPv6-Adressen	106
Ein Vergleich der Adressierungskonzepte in IPv4 und IPv6	111
IP-Subnetting: Teilen für mehr Ordnung und Effizienz	113
Subnetting generell	113
Einfaches Rechnen mit IPv4-Adressen	115
Das Konzept der Variable-length Subnet Mask	118

Kapitel 6**Adressierungsdienste im Internet 121**

Optionen der IP-Adress-Konfiguration für ein Endgerät	121
Übersicht der Konfigurationsoptionen in IPv4 und IPv6	122
Die automatische Adresszuweisung mit DHCP in IPv4.	123
Die Stateless Address Autoconfiguration in IPv6.	124
Die Stateful Address Configuration mit DHCPv6.	126
Neighbor Discovery in IPv6: Wer sind meine Nachbarn?	127
Neighbor Discovery als IPv6-Adressierungshelfer	128
Die ICMPv6-Nachrichten für Neighbor Discovery	128
Duplicate Address Detection	129
Das Domain Name System.	131
DNS-Namenshierarchie.	131
Der Ablauf einer DNS-Abfrage	133

Kapitel 7**Router: Die Wegweiser im Internet 135**

Der Weg unserer Daten durch das Netzwerk	135
Der allgemeine Routingablauf im Internet.	136
Der erste Hop eines Datenpakets	137
Zuordnung von MAC- zu IP-Adressen für den Datenversand	139
Routingprotokolle: Die Sprache der Router.	142
Routingtabellen	142
Algorithmen zur Routenberechnung	145
Konkrete Routingprotokolle und ihre Anwendungsbereiche	149
Mehr als nur Wegweiser: Sonstige Routerfunktionen	152
Überblick zu weiteren Funktionen rund um das Internet-Protokoll.	152
NAT: Wenn das Private verborgen bleiben soll	154
Unsere Heimrouter als Schnittstelle zum Internet	156

Kapitel 8**IP im Zusammenspiel mit TCP und UDP 159**

TCP und UDP: Die Ansprechpartner der Anwendungsprotokolle	160
Die allgemeine Bedeutung der Transportprotokolle UDP und TCP	160
Das User Datagram Protocol	162
Transmission Control Protocol.	165
Verbindungsmanagement mit TCP	167
TCP-Verbindungsaufbau mit dem 3-Way Handshake.	168
Abbau einer TCP-Verbindung.	170
Fehlerkontrolle während einer Datenübertragung mit TCP	172
Die Steuerung des Datenflusses und Überlastkontrolle	174
Daten, gut portioniert in TCP-Segmenten	175
Flow Control: Die Steuerung des Datenflusses in TCP	176
Überlastkontrolle in TCP	177

10 Inhaltsverzeichnis

Kategorien und Standards in der Netzwerkwelt	55
Netzwerkstandards: Wer schreibt die Regeln?	55
Jedem Netz seine Schublade: Typische Netzkategorien	58

Kapitel 3

Datenkommunikation im Internet: Ein Überblick 63

Das Internet und seine Protokolle	63
Das Internet: Ein weltumspannendes Datennetzwerk	63
Der Besuch einer Webseite	66
Adressierung und Zuständigkeiten	67
Die Adressierung von Daten im Internet	68
Netzwerkkomponenten und ihre Zuständigkeiten	70

TEIL II

DAS INTERNET-PROTOKOLL UND SEINE HELFER 73

Kapitel 4

IP: Was das Protokoll kann und was nicht 75

Grundlagen zu IP	75
Grundlegende Aufgaben von IP	75
IP in seiner Rolle zwischen den Schichten 2 und 4	76
Die Entwicklung und Versionen des Internet-Protokolls	78
Die IP-Versionen 4 und 6	79
Wichtige Neuerungen in IPv6	79
Der IP-Header	80
Paket zu groß? Zwei IP-Versionen – zwei Strategien	83
IPv4 und IPv6 in friedlicher Koexistenz	88
Dual Stack	88
Tunneling	89
Network Address Translation (NAT64)	90

Kapitel 5

IP-Adressen: Die Anschriften des Internets 93

Grundstruktur und Darstellung der IP-Adressen	93
Kurz und knapp: Die IPv4-Adressen	93
Hex-hex: Die IPv6-Adressen	95
Struktur und Ordnung in den IP-Adressen	98
Besondere Adressen und Adressbereiche	101
Erst verschwendet, dann knapp: Reservierte IPv4-Adressen	102
Aus dem Vollen schöpfen: Reservierte IPv6-Adressen	106
Ein Vergleich der Adressierungskonzepte in IPv4 und IPv6	111
IP-Subnetting: Teilen für mehr Ordnung und Effizienz	113
Subnetting generell	113
Einfaches Rechnen mit IPv4-Adressen	115
Das Konzept der Variable-length Subnet Mask	118

Kapitel 6

Adressierungsdienste im Internet 121

Optionen der IP-Adress-Konfiguration für ein Endgerät	121
Übersicht der Konfigurationsoptionen in IPv4 und IPv6	122
Die automatische Adresszuweisung mit DHCP in IPv4.	123
Die Stateless Address Autoconfiguration in IPv6.	124
Die Stateful Address Configuration mit DHCPv6.	126
Neighbor Discovery in IPv6: Wer sind meine Nachbarn?	127
Neighbor Discovery als IPv6-Adressierungshelfer	128
Die ICMPv6-Nachrichten für Neighbor Discovery	128
Duplicate Address Detection	129
Das Domain Name System.	131
DNS-Namenshierarchie.	131
Der Ablauf einer DNS-Abfrage	133

Kapitel 7

Router: Die Wegweiser im Internet 135

Der Weg unserer Daten durch das Netzwerk	135
Der allgemeine Routingablauf im Internet.	136
Der erste Hop eines Datenpakets	137
Zuordnung von MAC- zu IP-Adressen für den Datenversand	139
Routingprotokolle: Die Sprache der Router.	142
Routingtabellen	142
Algorithmen zur Routenberechnung	145
Konkrete Routingprotokolle und ihre Anwendungsbereiche	149
Mehr als nur Wegweiser: Sonstige Routerfunktionen	152
Überblick zu weiteren Funktionen rund um das Internet-Protokoll.	152
NAT: Wenn das Private verborgen bleiben soll	154
Unsere Heimrouter als Schnittstelle zum Internet	156

Kapitel 8

IP im Zusammenspiel mit TCP und UDP 159

TCP und UDP: Die Ansprechpartner der Anwendungsprotokolle	160
Die allgemeine Bedeutung der Transportprotokolle UDP und TCP	160
Das User Datagram Protocol	162
Transmission Control Protocol.	165
Verbindungsmanagement mit TCP	167
TCP-Verbindungsaufbau mit dem 3-Way Handshake.	168
Abbau einer TCP-Verbindung.	170
Fehlerkontrolle während einer Datenübertragung mit TCP	172
Die Steuerung des Datenflusses und Überlastkontrolle	174
Daten, gut portioniert in TCP-Segmenten	175
Flow Control: Die Steuerung des Datenflusses in TCP	176
Überlastkontrolle in TCP	177

TEIL III
DATEN UNTERWEGS: PROTOKOLLE UND ABLÄUFE AUF DEN SCHICHTEN 1 UND 2..... 179

Kapitel 9
Vom IP-Paket zum Übertragungssignal 181

- Genauer hingeschaut: Die Schichten des Netzzugangs..... 181
 - Arbeitsteilung in den Niederungen der Schichtenmodelle 182
 - Absichern und Abgrenzen: Aufgaben der Datensicherungsschicht..... 184
 - Bits durchschleusen: Aufgaben der Bitübertragungsschicht 185
- Viele Nutzer, ein Kanal: Strategien zur Ressourcenaufteilung 186
 - Teilen oder nicht? Szenarien des Ressourcenmanagements 186
 - Multiplextechniken 188
 - Strategien zur dynamischen Zugriffssteuerung 193
- Ausgewählte Aspekte der Bitübertragungsschicht..... 196
 - Übertragungsmedien 197
 - Kleiner Exkurs zu Kupferkabeln und Lichtwellenleitern..... 197
 - Wie die Luft geteilt wird..... 199
 - Vom Bit zum Signal 200
- Daten in Watte packen 204
 - Fehlervermeidung auf der Bitübertragungsschicht 204
 - Fehlererkennung und -korrektur auf der Datensicherungsschicht 205
 - So viel wie nötig, so wenig wie möglich 208

Kapitel 10
Lokal verkabelt mit dem Ethernet-Standard 211

- Die Ethernet-Standardisierungen 211
 - Ethernet und seine verschiedenen Varianten und Versionen..... 212
 - Frameaufbau 213
 - Auf Kollisionen vorbereitet: Der Medienzugriff im Ethernet..... 215
- Funktionen und Arbeitsweise des Switches..... 217
 - Die allgemeine Funktionsweise des Switches 218
 - Address Learning Mechanismus 219
 - Der Spanning Tree Algorithmus..... 220
- Virtuelle lokale Netze 222
 - Das Konzept der virtuellen lokalen Netze 223
 - VLAN-Tagging: Der Sinn der markierten Frames..... 223
 - Von einem VLAN zum anderen mit dem Inter-VLAN-Routing..... 225

Kapitel 11
Drahtlos vernetzt: Der WLAN-Standard..... 227

- Die Welt der WLAN-Standards..... 227
 - Bezeichnungen und Begriffe rund um den WLAN-Standard..... 228
 - Die Einordnung der WLAN-Spezifikationen im Schichtenmodell 229
 - Die WLAN-Architektur 230
 - Frameaufbau 231

Horchen und warten: Medienzugriff im WLAN	233
Der grundlegende Ablauf des Medienzugriffs im WLAN	233
Der WLAN-Zugriff mit vorheriger Reservierung.	235
Weitere Varianten des Medienzugriffs	237
Spezifisches zu den WLAN-Funktechniken und Wi-Fi 6	239
Schneller, höher, weiter: Details der Bitübertragung im WLAN	239
Neuerungen in Wi-Fi 6.	241
 TEIL IV	
NETZWERKE: SICHER, ZUVERLÄSSIG UND MOBIL	243
 Kapitel 12	
Sicher im Netz	245
Netzwerksicherheit: Abgrenzung, Ziele, Begriffe	245
Netzwerksicherheit: Definition und Abgrenzung	246
Allgemeine Ziele von Netzwerksicherheit.	247
Grundbegriffe der Netzwerksicherheit.	249
Angriff und Verteidigung: Strategien der Netzabsicherung	249
Angriffsarten und Typen von Angreifern und Angreiferinnen	250
Strategien und Mechanismen zur Absicherung von Netzwerken.	252
Ein kurzer Ausflug in die Kryptografie.	254
Einmal sicher durchs Netz	257
Vom WLAN ins Internet: Möglichkeiten der Absicherung	257
Absicherung von WLAN-Infrastrukturen.	258
 Kapitel 13	
Netzwerkmanagement und Quality of Service	261
Netzwerkmanagement: Grundlagen und Protokolle	261
Aufgaben des Netzwerkmanagements.	262
Praktische Umsetzung des Netzwerkmanagements	263
Das Simple Network Management Protocol	264
Das Internet Control Message Protocol	266
Qualitätssicherung für ausgewählte Daten und Datenströme.	268
Einflüsse und Metriken bezüglich der Netzqualität	268
QoS-Mechanismen.	272
Integrated und Differentiated Services: Zwei QoS-Modelle.	273
 Kapitel 14	
Mobilfunknetze und Voice over IP	275
Allgemeine Grundlagen der Mobilfunktechnologien	275
Die generationenübergreifenden Grundprinzipien	276
Von Generation zu Generation: Mobilfunknetze im stetigen Wandel	279
Mobilfunknetze: eine Momentaufnahme.	281
Gut eingespielt: Die Generationen 4 und 5	282
Die vierte Generation im Überblick.	282

Anwendungsbereiche der fünften Generation	283
Ausgewählte technische Aspekte der fünften Generation	284
Voice over IP	286
Erst signalisieren, dann reden	287
Das Session Initiation Protocol	288
Das Real-time Transport Protocol	290

TEIL V
DER TOP-TEN-TEIL..... 293

Kapitel 15
Zehn ausgewählte Netzwerktrends, kurz erklärt..... 295

Internet of Things	295
Bluetooth	296
Einordnung im Protocol Stack	296
Grundsätzliche Funktionsweise	298
Smart Home	299
Digital Subscriber Line: Das Telefonkabel voll ausgenutzt	300
DOCSIS: Mehr als ein Fernsehsignal	300
Time-Sensitive Networks	301
Virtualisierung	302
Software-Defined Networking	303
Multiprotocol Label Switching	304
Digital Video Broadcasting	305

Kapitel 16
Zweimal zehn wichtige Netzwerkstandards..... 307

Zehn ausgewählte Request for Comments der IETF	307
Zehn ausgewählte Netzwerk-Standards der IEEE	308

Kapitel 17
Zehn Tipps für den Internetanschluss..... 309

Checken, was technisch möglich ist	309
Mit den Nachbarinnen und Nachbarn reden	309
Anbieter kontaktieren	310
Kurzer Technologiecheck	310
Kurzer Selbstcheck	310
Personen und Geräte im Netzwerk	310
Datenvolumen checken	311
Datenraten checken	311
Netzverfügbarkeit im Haushalt checken	311
Umfeld und Mobilfunkvertrag checken	311

Kapitel 18

Zehn Gründe, einfach mal offline zu gehen 313

Zeitreise.....	313
Frische Luft.....	313
Kochen.....	313
Sport ohne smarte Unterstützung	313
Kreativität	314
Fotografieren	314
Freunde treffen	314
Bitte nicht stören.....	314
Privatsphäre schützen	314
Energie sparen.....	314

Abkürzungen für Computernetze-Dummies..... 315

Abbildungsverzeichnis..... 321

Stichwortverzeichnis 327