

# Auf einen Blick

<b>Einführung.....</b>	<b>17</b>
<b>Teil I: Orientierung im Netz: Grundbegriffe und einfache Abläufe .....</b>	<b>21</b>
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
<b>Teil II: Das Internet-Protokoll und seine Helfer .....</b>	<b>73</b>
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
<b>Teil III: Daten unterwegs: Protokolle und Abläufe auf den Schichten 1 und 2 .....</b>	<b>179</b>
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
<b>Teil IV: Netzwerke: sicher, zuverlässig und mobil .....</b>	<b>243</b>
Kapitel 12: Sicher im Netz.....	245
Kapitel 13: Netzwerkmanagement und Quality of Service .....	261
Kapitel 14: Mobilfunknetze und Voice over IP .....	275
<b>Teil V: Der Top-Ten-Teil .....</b>	<b>293</b>
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
<b>Abkürzungen für Computernetze-Dummies.....</b>	<b>315</b>
<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>321</b>
<b>Stichwortverzeichnis .....</b>	<b>327</b>

# Inhaltsverzeichnis

<b>Einführung .....</b>	<b>17</b>
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
<b>TEIL I ORIENTIERUNG IM NETZ: GRUNDBEGRIFFE UND EINFACHE ABLÄUFE .....</b>	<b>21</b>
<b>Kapitel 1 Ein Sprachpaket geht auf Reisen .....</b>	<b>23</b>
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
<b>Kapitel 2 Das 1 x 1 der Kommunikationsregeln .....</b>	<b>39</b>
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
<b>Kapitel 3</b> <b>Datenkommunikation im Internet: Ein Überblick .....</b>	<b>63</b>
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
<b>TEIL II</b> <b>DAS INTERNET-PROTOKOLL UND SEINE HELFER .....</b>	<b>73</b>
<b>Kapitel 4</b> <b>IP: Was das Protokoll kann und was nicht .....</b>	<b>75</b>
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
<b>Kapitel 5</b> <b>IP-Adressen: Die Anschriften des Internets .....</b>	<b>93</b>
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

<b>Kapitel 6</b>		
<b>Adressierungsdienste im Internet . . . . .</b>	<b>121</b>	
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	
<b>Kapitel 7</b>		
<b>Router: Die Wegweiser im Internet . . . . .</b>	<b>135</b>	
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	
<b>Kapitel 8</b>		
<b>IP im Zusammenspiel mit TCP und UDP. . . . .</b>	<b>159</b>	
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 Netzwerkategorien .....	58
<b>Kapitel 3 Datenkommunikation im Internet: Ein Überblick .....</b>	<b>63</b>
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
<b>TEIL II DAS INTERNET-PROTOKOLL UND SEINE HELFER .....</b>	<b>73</b>
<b>Kapitel 4 IP: Was das Protokoll kann und was nicht.....</b>	<b>75</b>
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
<b>Kapitel 5 IP-Adressen: Die Anschriften des Internets .....</b>	<b>93</b>
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

<b>Kapitel 6</b>		
<b>Adressierungsdienste im Internet .....</b>	<b>121</b>	
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	
<b>Kapitel 7</b>		
<b>Router: Die Wegweiser im Internet.....</b>	<b>135</b>	
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	
<b>Kapitel 8</b>		
<b>IP im Zusammenspiel mit TCP und UDP.....</b>	<b>159</b>	
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	

## 12 Inhaltsverzeichnis

### 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

## **14 Inhaltsverzeichnis**

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
<b>TEIL V DER TOP-TEN-TEIL.....</b>	<b>293</b>
<b>Kapitel 15 Zehn ausgewählte Netzwerkrends, kurz erklärt.....</b>	<b>295</b>
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
<b>Kapitel 16 Zweimal zehn wichtige Netzwerkstandards .....</b>	<b>307</b>
Zehn ausgewählte Request for Comments der IETF .....	307
Zehn ausgewählte Netzwerk-Standards der IEEE.....	308
<b>Kapitel 17 Zehn Tipps für den Internetanschluss .....</b>	<b>309</b>
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

<b>Kapitel 18</b>	
<b>Zehn Gründe, einfach mal offline zu gehen</b>	<b>313</b>
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
<b>Abkürzungen für Computernetze-Dummies</b>	<b>315</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>321</b>
<b>Stichwortverzeichnis</b>	<b>327</b>