

Auf einen Blick

TEIL I

Netzwerk-Grundwissen 50

TEIL II

Lokale Netze 67

TEIL III

Weitverkehrsnetze..... 117

TEIL IV

Höhere Protokollschichten 147

TEIL V

Praxiswissen 219

Inhalt

Vorwort	31
1 Einleitung	33
1.1 Aufbau des Buches	33
1.2 Formatierungen und Auszeichnungen	35
1.3 Listings	36
1.4 Die DVD zum Buch	36
2 Schnelleinstieg: für Praktiker	39
2.1 Planung: Welche Komponenten benötigen Sie?	39
2.2 Kabel – wenn ja, welches?	40
2.2.1 Twisted Pair	40
2.2.2 Wireless LAN	41
2.2.3 Powerline mit Homeplug	42
2.3 Beispiel: Familie Müller	42
2.4 Einkaufen	44
2.5 Multifunktionsgeräte	45
2.6 Hardware ein- und aufbauen	45
2.6.1 PCI-/PCIe-Netzwerkkarten	46
2.6.2 PC-Card	46
2.6.3 USB-Adapter	46
2.6.4 WLAN-Karten	46
2.6.5 LAN-Verschaltung	47
2.7 IP konfigurieren	47
2.8 Funktionstest	48

TEIL I Netzwerk-Grundwissen

3	Grundlagen der Kommunikation	51
3.1	Kommunikation im Alltag	51
3.2	Kommunikation zwischen Computern	52
3.3	Was ist nun ein Netzwerk?	53
4	Netzwerktopologien	55
4.1	Bustopologie	55
4.2	Ringtopologie	56
4.3	Sterntopologie	56
5	Kommunikationsmodelle	59
5.1	DoD-Modell	60
5.2	ISO/OSI-Modell	61
5.3	Ablauf der Kommunikation	62
TEIL II Lokale Netze		
6	Ethernet	69
6.1	Ursprung von Ethernet	69
6.2	Fast Ethernet	71
6.3	Gigabit-Ethernet	72
6.4	10-Gigabit-Ethernet	73
6.4.1	IEEE 802.3ae – 10GBASE	74
6.4.2	IEEE 802.3an – 10GBASE-T	74
6.5	IEEE 802.3ba/j/m – 40- und 100-Gigabit-Ethernet	74
6.6	Hub	75

6.7	Switch	76
6.7.1	Ethernet Broadcast	78
6.7.2	Ethernet-Multicast	78
6.8	Ausblick	79
6.9	Virtual LAN	80
6.9.1	Portbasierte VLANs	80
6.9.2	Tagged VLANs	81
6.10	Das Ethernet-Datagramm	81
7	Wireless LAN	83
7.1	IEEE 802.11	84
7.2	IEEE 802.11b	88
7.3	IEEE 802.11a/h	88
7.4	IEEE 802.11g	89
7.5	IEEE 802.11n	89
7.6	IEEE 802.11ac	90
7.7	IEEE 802.11ad	90
7.8	IEEE 802.11e	91
7.9	Wi-Fi Alliance	91
7.10	Beschleunigertechniken	91
7.10.1	Channel Bonding	92
7.10.2	Frame Bursting	93
7.10.3	Frame Aggregation	93
7.10.4	Beamforming	93
7.10.5	Multiple Input, Multiple Output	94
7.10.6	Multi-User MIMO	95
7.11	Kanalwahl	95
7.11.1	2,4-GHz-Band	95
7.11.2	5-GHz-Band	97
7.12	Sendeleistung	99
7.13	Antennenausrichtung und Position	100
7.14	Sicherheit von WLANs	100

7.15	Hot Spots	101
7.15.1	FON	101
7.15.2	Freifunk	101
7.16	WLAN-Direktverbindungen	103
7.17	WLAN-Mesh	103
7.18	Abgrenzung zu anderer drahtloser Kommunikation	106
7.18.1	Bluetooth	106
7.18.2	Near-Field Communication	107
7.18.3	Long Range Wide Area Network	109
7.19	Ausblick	109
8	Netzwerk ohne neue Kabel	111
8.1	Daten über Stromkabel	111
8.1.1	Homeplug 1.0	112
8.1.2	Homeplug AV	113
8.1.3	Homeplug AV2	113
8.1.4	Homeplug GreenPHY	113
8.1.5	HomeGrid	114
8.2	Powerline Telecommunication	114
8.3	Sicherheit	115
TEIL III Weitverkehrsnetze		
9	Kabelinternetzugang	119
9.1	Aufbau	120
9.2	Marktsituation	121
10	DSL	123
10.1	ADSL	123
10.2	SDSL	126

10.3	VDSL	126
10.4	VDSL2	127
10.5	VDSL2-Vectoring	128
10.6	Supervectoring	128
10.7	G.fast	128
10.8	TV über das Telefonkabel	129
10.9	Ausblick	129
11	Kabelloser Internetzugang	131
11.1	Vertragsarten und Anwendung	132
11.2	Verbindungsaufbau mit MWconn und ixconn	132
11.3	LTE und macOS	133
11.4	Verbindungsaufbau mit Huawei HiLink	133
11.5	Messen der Signalstärke	134
11.6	Signalverstärkung	137
11.7	GPRS	139
11.8	EDGE	140
11.9	UMTS	140
11.10	LTE	141
11.11	5G	145
11.12	WiMAX	145

TEIL IV Höhere Protokollschichten

12	Das Internetprotokoll	149
12.1	IP-Broadcast	154
12.2	IPv4-Multicast	154
12.3	Routing	156
12.4	Private IP-Adressen	159

12.5	Network Address Translation	160
12.6	Carrier-grade NAT	161
12.7	IP-Version 6	162
12.7.1	Vergleich	162
12.7.2	Adressen	163
12.7.3	Privacy Extension	164
12.7.4	IPv6-Multicast	164
12.7.5	IPv6 und Sicherheit	164
12.7.6	Migration	165
12.7.7	Dual Stack	165
12.7.8	DS-Lite	166
12.8	IPv6 ausprobieren	166
12.8.1	IPv6-Tunnel mit Endpunkt FRITZ!Box	167
12.8.2	Das Firefox-Addon »IP Address and Domain Information«	167
12.9	Das IP-Datagramm	168
12.10	Das IPv6-Datagramm	170
13	Address Resolution Protocol und Neighbor Discovery Protocol	173
13.1	Address Resolution Protocol	173
13.2	Neighbor Discovery Protocol	174
13.3	Das ARP-Datagramm	175
13.4	Das NDP-Datagramm	176
14	Internet Control Message Protocol	177
14.1	Paketlaufzeiten	177
14.2	Das ICMP-Datagramm	178
14.3	Das ICMPv6-Datagramm	179

15	Transmission Control Protocol	181
15.1	Der Ablauf einer TCP-Verbindung	181
15.2	Multipath-TCP	184
15.3	Das TCP-Datagramm	185
16	User Datagram Protocol	189
16.1	Der Ablauf einer UDP-Verbindung	189
16.2	Das UDP-Datagramm	189
17	DHCP	191
17.1	Die einzelnen Pakete	192
17.1.1	DISCOVER	193
17.1.2	OFFER	193
17.1.3	REQUEST	193
17.1.4	ACKNOWLEDGE	193
17.1.5	INFORM	194
17.1.6	DECLINE	194
17.1.7	RELEASE	194
17.2	Der DHCP-Ablauf	194
17.2.1	Initialisierung	194
17.2.2	Gebundenheit	195
17.2.3	Erneuerung	195
17.3	IPv6-Konfiguration	196
17.4	Das DHCP-Datagramm	198
17.5	Das DHCPv6-Datagramm	200
18	Namensauflösung	201
18.1	Die hosts-Datei	201
18.2	WINS	202

18.3	DNS	202
18.4	DNS als Filter	204
18.5	DNS und Datenschutz	205
18.6	Multicast DNS	206

19 Simple Network Management Protocol 207

20 Zeroconf 211

20.1	Windows	211
20.2	macOS	213
20.3	Avahi unter Linux	214

21 Universal Plug and Play 217

TEIL V Praxiswissen

22 Netzkabel 221

22.1	Kategorien	221
22.2	Linkklassen	222
22.3	Schirmung	223
22.4	Netzwerkstecker anbringen	226
22.5	Kabeltest	229
22.6	Patchpanel und Netzwerkdosen anschließen	230
22.7	Cross-Kabel	232

23 Netzwerkkarten 233

23.1	Kaufhilfe für kabelgebundene Netzwerkkarten	233
23.2	PCI-Netzwerkkarten	234
23.3	PCI-Express-Netzwerkkarten	235
23.4	PC-Card/Cardbus/ExpressCard	236
23.5	USB-Adapter	236
23.6	WLAN-Netzwerkkarten	237
23.7	Sonderfunktionen	239
23.7.1	Half-/Fullduplex	239
23.7.2	Autonegotiation	239
23.7.3	Autosensing	239
23.7.4	Trunking	239
23.7.5	Wake-on-LAN	240
23.7.6	Auto MDI-X	240

24 Switches 241

24.1	Einsteiger: Mini-Switches	241
24.2	Webmanaged Switches	242
24.3	Fachbegriffe für den Switch-Kauf	245
24.4	Fazit und Empfehlung	246
24.5	Switches im Netzwerk integrieren	247
24.6	Ein eigenes VLAN und WLAN für Gäste	247
24.6.1	Basiskonfiguration	247
24.6.2	Das Gäste-WLAN	248

25 Windows einrichten 251

25.1	Windows-Versionen und -Editionen	251
25.1.1	Windows 10	251
25.1.2	Windows 8	253
25.1.3	Windows 7	254

25.2	Hardware-Erkennung	255
25.3	IPv4-Konfiguration	256
25.4	IPv6-Konfiguration	260
25.5	Firewall	262
25.6	Jugendschutz	266
25.7	File History	268
25.7.1	Ein Laufwerk auswählen	269
25.7.2	Erweiterte Einstellungen	269
25.7.3	Restore	270
25.8	Windows Defender	271
25.9	Microsoft-Konto	273
25.10	Einstellungen synchronisieren	274
25.11	Bildcode	275
25.12	Client HyperV	276
25.13	Homegroup	277
25.14	Netzwerk- und Freigabecenter	279
25.14.1	Öffentliches oder privates Netzwerk	280
25.14.2	Netzwerkerkennung und Freigabeoptionen	281
25.14.3	Dateifreigaben einrichten	282
25.14.4	Öffentlicher Ordner	283
25.14.5	Netzlaufwerke	284
25.14.6	Druckerfreigabe	285
25.14.7	Medienstreaming	286
25.14.8	Versteckte Freigabe	286
25.14.9	Häufige Probleme	286
25.15	Microsoft-Konto verknüpfen	287
25.16	Windows in verschiedenen Netzwerken	288
25.17	Microsoft Edge	289
25.18	Windows-Subsystem für Linux	290
26	Linux einrichten	293
26.1	Dokumentation	294
26.2	Administration	295

26.3	Predictable Interface Names	296
26.4	Netzwerkkarte unter SUSE einrichten	297
26.5	IPv4-Konfiguration	299
26.6	IPv6-Konfiguration	302
26.7	Firewalld	303
26.8	WLAN unter Linux	304
26.9	WLAN unter SUSE einrichten	305
27	macOS einrichten	307
27.1	Netzwerkumgebungen	307
27.2	Schnittstellen verwalten	309
27.3	Schnittstellen konfigurieren	310
27.4	WLAN-Karte konfigurieren	311
27.5	Die Firewalls von macOS	314
27.6	»networksetup« am Terminal	317
27.7	Freigaben für Windows unter macOS	317
27.7.1	Ordner freigeben	318
27.7.2	Freigabe aktivieren	318
28	Troubleshooting	321
28.1	Problemursachen finden	322
28.2	Fehlersuche Schritt für Schritt	324
28.2.1	Kabel	325
28.2.2	Netzwerkkartentreiber	326
28.2.3	IP-Konfiguration	326
28.3	Checkliste	327
28.4	Windows-Bordmittel	329
28.4.1	IP-Konfiguration auslesen	330
28.4.2	MAC-Adressen und IP-Adressen	330
28.4.3	DHCP erneuern	330
28.4.4	»ping«	331

28.4.5	»traceroute«	332
28.4.6	»route«	333
28.4.7	TCP-/UDP-Verbindungen	335
28.4.8	NetBIOS	335
28.4.9	Die Windows-Topologieerkennung	336
28.4.10	Der Windows-Ressourcenmonitor	337
28.4.11	Network Diagnostics Framework	337
28.5	Linux-Bordmittel	338
28.5.1	Ethernet-Konfiguration: »ethtool«	339
28.5.2	IP-Konfiguration auslesen	340
28.5.3	MAC-Adressen und IP-Adressen	341
28.5.4	»ping«	342
28.5.5	»bing«	344
28.5.6	»traceroute«	345
28.5.7	»ip route«	345
28.5.8	MTU: »tracepath«	346
28.5.9	TCP-/UDP-Verbindungen	347
28.5.10	Portscanner: »nmap«	347
28.6	Bordmittel von macOS	348
28.6.1	IP-Konfiguration auslesen	348
28.6.2	»ping« und »ping6«	349
28.6.3	»traceroute«	350
28.6.4	Routingtabelle mit Netstat einsehen	350
28.6.5	Portscan	351
28.6.6	TCP-/UDP-Verbindungen mit »netstat«	352
29	Zusatzprogramme	353
29.1	Wireshark	353
29.1.1	Umgang mit Filtern	355
29.1.2	Auswertung des Mitschnittes	356
29.1.3	Paketmitschnitt am Router	357
29.1.4	Wireshark und Oracle VM VirtualBox	359
29.2	Zusatzprogramme für Windows	360
29.2.1	CurrPorts	360
29.2.2	inSSIDer	361
29.2.3	Tftpd32	361

29.2.4	SlimFTPD	362
29.2.5	FileZilla	362
29.2.6	Microsoft Message Analyser	363
29.3	Zusatzprogramme für Linux	365
29.3.1	Performanceüberblick mit xosview	365
29.3.2	Pakete mitschneiden mit IPTraf	366
30	Netzwerkgeschwindigkeit ermitteln	367
30.1	Performancemessung mit NetIO	367
30.1.1	Windows	367
30.1.2	Linux	368
30.2	Performancemessung mit iPerf	369
30.3	Intel NAS Performance Toolkit	370
31	Fernadministration und Zusammenarbeit	373
31.1	Telnet	374
31.2	Secure Shell (SSH)	375
31.2.1	Passwortgeschützte Verbindung mit Serverschlüssel	376
31.2.2	Passphrasegeschützte Verbindung mit Clientschlüssel	377
31.2.3	SSH Single Sign-On	378
31.2.4	Erweiterte Konfiguration des Servers	380
31.2.5	SSH unter macOS nutzen	380
31.2.6	SSH-Client-App	382
31.3	X11, das grafische System unter Linux	383
31.3.1	X11-Client	383
31.3.2	X11-Server	383
31.3.3	Getunneltes X11	385
31.3.4	Xming, X11 für Windows	386
31.3.5	X11 unter macOS	386
31.4	TeamViewer	387
31.5	Zusammenarbeit im Internet – Kollaboration	389
31.5.1	Mikogo	390
31.5.2	Webmeeting mit Speed und WebEx	391

31.6 Virtual Network Computing (VNC)	393
31.6.1 VNC-Client und VNC-Server	394
31.6.2 Getunneltes VNC	395
31.6.3 Bildschirmfreigabe unter macOS	398
31.7 Remotedesktop	400
31.7.1 RDP für Linux	402
31.7.2 Remotedesktop-Verbindung für macOS	403
31.8 Windows-Remoteunterstützung Easy Connect	403
31.9 Quick Assist	407
32 Sicherheit und Datenschutz im LAN und im Internet	409
<hr/>	
32.1 Mögliche Sicherheitsprobleme	411
32.1.1 Authentifizierung und Autorisierung	411
32.1.2 Datenintegrität	412
32.1.3 Schadprogramme	412
32.1.4 Sicherheitslücken	412
32.1.5 Exploit	413
32.1.6 Fallbeispiele	413
32.1.7 Der Hackerparagrah	414
32.2 Angriffsarten: Übersicht	415
32.3 ARP- und NDP-Missbrauch	416
32.4 Sicherheitslösungen im Überblick	419
32.4.1 Firewall	420
32.4.2 Virens Scanner	422
32.4.3 Network Intrusion Detection System	422
32.4.4 Unsichere Passwörter	423
33 Programme zur Netzwerksicherheit	425
<hr/>	
33.1 Firewalls für Windows	425
33.1.1 Firewall-Leistungen	426
33.1.2 Quellen im Web	426

33.2 IPTables, Firewall für Linux	427
33.3 Firewalls testen	427
34 WLAN und Sicherheit	429
<hr/>	
34.1 WEP	430
34.2 WPA	430
34.3 WPA2	431
34.4 WPA3	431
34.5 Access List	432
34.6 Wi-Fi Protected Setup	432
34.7 WLAN-Konfiguration per QR-Code	433
34.8 WLAN-Sicherheit analysieren	435
35 Verschlüsselung	439
<hr/>	
35.1 Symmetrische Verschlüsselung	439
35.2 Asymmetrische Verschlüsselung	440
35.3 Hybride Verschlüsselung	440
35.4 Signaturen	441
35.5 (Un-)Sicherheitsfaktoren der Verschlüsselung	441
35.6 GNU Privacy Guard (GnuPG)	442
35.6.1 Schlüsselgenerierung	442
35.6.2 Export	444
35.6.3 Import	444
35.6.4 Überprüfung	444
35.6.5 Signierung	445
35.6.6 Verschlüsselung	446
35.6.7 Entschlüsselung	446
35.6.8 Vertrauen	446
35.6.9 Keyserver	447

35.6.10	Keysigning-Partys	448
35.6.11	Verschlüsselte Kommunikation mit Servern	448
35.6.12	KGpg	450
35.7	E-Mails mit GnuPG und Enigmail verschlüsseln	450
35.7.1	Installation	451
35.7.2	Konfiguration	452
35.7.3	S/MIME, PGP/MIME und PGP/INLINE	455
35.8	Volkverschlüsselung	456
35.9	GPGTools für macOS	457
35.10	Virtual Private Network	459
35.10.1	PPTP	460
35.10.2	L2TP	460
35.10.3	IPsec	461
35.10.4	SSL-VPN	462
35.10.5	End-to-Site-VPN	463
35.10.6	Site-to-Site-VPN	466
35.10.7	VPN zwischen Netzwerken	466
35.10.8	FRITZ!Box-VPN	467

36 Internetzugang 471

36.1	Hardware-Router	471
36.1.1	Router für die Internetanbindung	472
36.1.2	Kriterien für den Routerkauf	473
36.1.3	Stand der Dinge	475
36.1.4	Mobiler Internetzugang	476
36.1.5	Hybridrouter	477
36.1.6	FRITZ!Box hinter dem Hybridrouter	479
36.1.7	Ersatzzugang	479
36.1.8	Alternative Firmware	480
36.1.9	Apple AirPort	480
36.2	OpenWrt – ein freies Betriebssystem für Router	481
36.2.1	Warum OpenWrt?	482
36.2.2	Los geht's	482
36.3	Proxy	484

37 DynDNS-Dienste 485

37.1	Anbieter	485
37.2	Aktualisierung	485
37.2.1	Router	486
37.2.2	MyFRITZ!	487
37.2.3	Software	487
37.2.4	Dynamic DNS Update Client (DUC) for Mac	487

38 Netzwerkspeicher 489

38.1	FreeNAS, OpenMediaVault und Co.	490
38.2	Router mit externer USB-Platte	491
38.2.1	DSL-Router	491
38.2.2	Filesharing mit Apples AirPort	492
38.3	Hardware-NAS	493
38.3.1	Anzahl der Festplatten	493
38.3.2	Fallstricke bei der Auswahl	494
38.3.3	Einbindung ins Netzwerk	495

39 Virtualisierung 497

39.1	Hardware-Voraussetzungen	498
39.2	Oracle VM VirtualBox	499
39.2.1	Installation	499
39.2.2	Erste Schritte mit VirtualBox	499
39.3	Virtuelle Netzwerke	500
39.3.1	NAT	501
39.3.2	Netzwerkbrücke	501
39.3.3	Internes Netzwerk	501
39.3.4	Generischer Treiber	502
39.4	VMware Workstation Player	502
39.4.1	Installation	502
39.4.2	Erste Schritte mit dem VMware Workstation Player	502
39.4.3	Virtuelle Netzwerke	503

39.5	Anpassungen des Gastbetriebssystems	504
39.6	Tuning	504
40	Virtuelle Appliances	505
40.1	IP-Adressen der virtuellen Maschinen	505
40.2	Web-Proxy-Appliance	506
40.2.1	Einbinden der virtuellen Maschine	506
40.2.2	Den Proxy Squid verwenden	508
40.2.3	Proxy unter macOS konfigurieren	510
40.2.4	Webfilter	511
40.2.5	Der Virens scanner ClamAV	512
40.3	Incredible PBX Asterisk Appliance	513
40.3.1	Einbinden der virtuellen Maschine	514
40.3.2	Incredible PBX konfigurieren	514
40.3.3	Telefone konfigurieren	515
40.3.4	SIP-Provider konfigurieren	516
41	siegfried5 – ein vielseitiger Server	519
41.1	Motivation – oder: Warum ausgerechnet Linux?	519
41.2	Aufgaben Ihres Netzwerkserver	521
41.3	Einbinden der virtuellen Maschine	522
41.4	Das B-Tree-Dateisystem	522
41.5	Webmin	524
41.6	DHCP-Server	524
41.7	Samba als Fileserver	529
41.7.1	Samba-Benutzer	530
41.7.2	Freigaben	532
41.7.3	Linux-Rechte	534
41.7.4	Samba-Berechtigungen	535
41.8	Windows als Client	536
41.8.1	Einfacher Zugriff	536
41.8.2	Netzlaufwerke	536

41.9	Linux als Client	537
41.9.1	Dolphin	537
41.9.2	Samba-Filesystem	538
41.10	macOS als Client	540
41.11	Windows und macOS als Server	541
41.12	Drucken im Netzwerk	541
41.12.1	Drucker am Server einrichten	542
41.12.2	PDF-Drucker	544
41.13	Netzwerkdrucker am Client einrichten	545
41.13.1	Windows	545
41.13.2	Linux	545
41.13.3	macOS	545
41.13.4	Druckertreiber für den PDF-Drucker	546
41.14	Mailserver	546
41.14.1	Mails mit Postfix verschicken	547
41.14.2	Mails mit Postfix empfangen	549
41.14.3	Test des SMTP-Servers	549
41.14.4	Maildir-Format	550
41.14.5	Mails mit Postfix über einen Provider verschicken	551
41.14.6	Authentifizierung	552
41.15	Postfachinhalte aus dem Internet holen	553
41.15.1	»fetchmailrc«	554
41.15.2	Konfiguration	554
41.15.3	Zugriffstest	555
41.16	Regelmäßiges Abholen der Post	556
41.16.1	Automatisches Abholen	556
41.16.2	Automatischer Start von Fetchmail	556
41.16.3	Regelmäßiges Abholen per Cronjob	556
41.17	IMAP-Server für Clients im LAN vorbereiten	557
41.18	IMAP-Clients im LAN an den Server anbinden	559
41.18.1	Mozilla Thunderbird	559
41.18.2	Apple Mail	559
41.19	Shared Folders	560
41.20	Time-Server	561
41.20.1	Zeitserver aufsetzen	561
41.20.2	Linux-Client an den Zeitserver anbinden	563
41.20.3	Windows-Client an den Zeitserver anbinden	563

41.20.4	macOS-Client an den Zeitserver anbinden	563
41.20.5	Andere Zeitdienste als NTP	563
41.20.6	Systemzeit virtueller Maschinen	564

42 Netzwerkbackup 565

42.1	Wozu Backup?	565
42.2	Backup	566
42.3	Restore	567
42.4	Disaster Recovery	567
42.5	Clonezilla	567
42.5.1	Backup	568
42.5.2	Restore	569
42.6	Windows-Bordmittel	569
42.6.1	Robocopy	569
42.6.2	SyncToy	571
42.6.3	Offlinedateien	572
42.6.4	Systemabbild	572
42.6.5	Windows File History	573
42.7	Linux »rsync«	573
42.8	macOS Time Machine	574
42.9	Cloud-Backup	577
42.9.1	Amazon S3	577
42.9.2	File History in die Cloud	578

43 Medienstreaming 579

43.1	Protokolle und Codecs	581
43.1.1	Audio-Codecs	582
43.1.2	Video-Codecs	583
43.1.3	Streamingdienste	584
43.2	Streaminghardware	584
43.2.1	Netzwerkkamera	584
43.2.2	Digitaler Bilderrahmen	585

43.2.3	Internetradio	585
43.2.4	TV Media Player	586
43.2.5	TV-Geräte	588
43.2.6	Sat-over-IP	589
43.2.7	Linux Receiver	589
43.2.8	Spielekonsolen	590
43.2.9	Smartphones	590
43.2.10	Router	590
43.2.11	NAS-Speicher	590
43.2.12	Raspberry Pi	590
43.2.13	UKW-Streaming	591
43.3	Streamingsoftware	591
43.3.1	Betriebssysteme	591
43.3.2	Videostreaming mit dem VLC Media Player	592
43.3.3	Apps für mobile Endgeräte	595
43.4	Kodi Home Theater	595
43.4.1	Internetdienste einbinden	597
43.4.2	Mobilgeräte als Fernsteuerung	598
43.4.3	Medienverwaltung	599
43.5	Plex	599

44 Voice over IP 601

44.1	Grundlagen zu VoIP	603
44.1.1	Protokolle	603
44.1.2	ENUM	605
44.1.3	Audio-Codecs	607
44.2	Voraussetzungen für VoIP im Netzwerk	608
44.2.1	Quality of Service	609
44.2.2	NAT und Firewall	610
44.3	HD Voice	613
44.4	VoLTE	614
44.5	WiFi calling	614
44.6	SIP-Provider im Internet	614

44.7 Softphones	616
44.7.1 Skype: Einfacher geht es nicht	616
44.7.2 PhonerLite	616
44.8 VoIP-Hardware	618
44.8.1 FRITZ!Box Fon	618
44.8.2 IP-Telefon	620
44.8.3 TK-Anlagen	622
44.9 Headsets	622
44.9.1 USB	623
44.9.2 Bluetooth	623
44.9.3 DECT	624
45 Cloud-Computing	625
<hr/>	
45.1 Infrastrukturen	626
45.1.1 Public Cloud	626
45.1.2 Private Cloud	626
45.1.3 Hybrid Cloud	626
45.2 Everything as a Service	626
45.2.1 Infrastructure as a Service	627
45.2.2 Platform as a Service	627
45.2.3 Software as a Service	627
45.3 Beispiele aus der Cloud	628
45.3.1 Microsoft OneDrive	628
45.3.2 Microsoft Office Online und Office 365	628
45.3.3 Amazon S3	629
45.3.4 Dropbox	629
45.3.5 Google Drive	630
45.3.6 QNAP MyCloudNAS	630
45.3.7 Amazon EC2	631
45.3.8 Apple iCloud	632
45.3.9 Der Passwort-Safe KeePass	633
45.3.10 Drucker in der Cloud	634
45.3.11 IFTTT	635
45.3.12 Projektmanagement	635

46 Hausautomation	637
<hr/>	
46.1 Kabel und Funk im Vergleich	640
46.2 Sensoren und Aktoren	643
46.3 Zentrale oder dezentrale Steuerung?	643
46.4 Beispiel einer FS20-Hausautomation mit FHEM	645
46.4.1 Der Hauscode	646
46.4.2 Der Gerätecode	646
46.4.3 Die Funktionsgruppe	646
46.4.4 Die lokale und globale Master-Adresse	648
46.4.5 Eine Zeitsteuerung für die Markise	649
46.4.6 Der Dimmer der Terrassenüberdachung	650
46.4.7 Sensoren anlernen	652
46.5 Beispiel einer HomeMatic-Hausautomation mit FHEM	653
46.5.1 Funkschnittstelle	653
46.5.2 Kommunikation im HomeMatic-Netzwerk	655
46.5.3 VCCU	655
46.5.4 Pairing von Komponenten	657
46.5.5 Peering von Komponenten	657
46.5.6 Steuern des Garagentorantriebes	658
46.5.7 Relais zum Brandmelder	658
46.5.8 Firmware	659
46.5.9 Sicherheit	659
46.6 Weitere FHEM-Module	660
46.6.1 Aktuelle Wetterdaten	660
46.6.2 FRITZ!DECT-Steckdosen	662
46.6.3 FHEM verschickt Benachrichtigungen	663
46.7 Zugriff auf FHEM mit Apps	664
46.8 Zugriff auf FHEM aus dem Internet	665
46.8.1 Ein neues FHEMWEB	665
46.8.2 Reverse Proxy	666
46.9 Einen Sprachassistenten einbinden	668

47 Raspberry Pi	669
47.1 Hardware im Vergleich	669
47.2 LAN-Performance in der Praxis	670
47.3 Stromversorgung	671
47.4 Firmwareeinstellungen	672
47.5 Auswahl des Betriebssystems für den Raspberry Pi	672
47.5.1 Eine bootfähige SD-Karte erstellen	673
47.5.2 Schreiben der SD-Karte mit Windows	674
47.5.3 Schreiben der SD-Karte mit Linux	674
47.5.4 Schreiben der SD-Karte unter macOS	675
47.6 Erste Schritte mit Raspbian	676
47.6.1 IP-Konfiguration	677
47.6.2 WLAN-Konfiguration	678
47.7 Performancesteigerung	678
47.8 Raspberry Pi als Media Center	679
47.8.1 Raspbian, OSMC, XBian oder LibreELEC?	680
47.8.2 Aufbau der Hardware	680
47.8.3 Erste Schritte mit LibreELEC	681
47.8.4 Zusätzliche Video-Codecs	683
47.9 Ihr eigener UMTS-Router für unterwegs	684
47.9.1 Eine Bridge zwischen LAN und WLAN	685
47.9.2 Der Raspberry Pi als Access Point	685
47.9.3 Einrichten des UMTS-Modems	686
47.9.4 Aufbau der UMTS-Verbindung	687
47.9.5 Firewall und NAT	689
47.9.6 DHCP	689
47.9.7 Signalstärke	690
47.10 FHEM-Steuerzentrale	690
47.10.1 FHEM auf dem Raspberry Pi installieren	690
47.10.2 Zugriff auf FHEM und erste Schritte	691
47.10.3 Das CUL flashen und einbinden	692
47.10.4 Die grundlegende Konfiguration des CUL	693
47.10.5 Ein HomeMatic-Funkmodul für den Raspberry Pi	694

47.11 Der Raspberry-Pi-Radiowecker	694
47.11.1 Voraussetzungen	695
47.11.2 Music Player Daemon	696
47.11.3 Eine Fernbedienung für das Radio	697
47.11.4 Das Radio als Wecker nutzen	699
47.11.5 Alternative Fernbedienungen	701
47.12 Raspberry NAS	702
47.12.1 Hardware	703
47.12.2 Installation	703
47.12.3 Speicherplatzverwaltung	703
47.12.4 Netzwerkfreigaben	704
47.12.5 Backupsteuerung mit FHEM	705
Anhang	707
A Linux-Werkzeuge	709
A.1 Vorbemerkung	709
A.2 Grundbefehle	710
A.3 Der Editor Vi	719
A.4 Shell-Skripte	722
B ASCII-Tabelle	725
C Glossar	727
Index	749