

Auf einen Blick

TEIL I

Grundwissen Netzwerke	41
-----------------------------	----

TEIL II

Lokale Netze	59
--------------------	----

TEIL III

Weitverkehrsnetze	97
-------------------------	----

TEIL IV

Höhere Protokollschichten	117
---------------------------------	-----

TEIL V

Praxiswissen	163
--------------------	-----

Inhalt

Vorwort	23
---------------	----

1 Einleitung 25

1.1 Aufbau des Buches	25
1.2 Formatierungen und Auszeichnungen	26
1.3 Die DVD zum Buch	28

2 Schnelleinstieg: Für Praktiker 31

2.1 Planung: Welche Komponenten benötigen Sie?	31
2.1.1 Kabel – wenn ja, welches?	32
2.1.2 Beispiel: Familie Müller	34
2.2 Einkaufen	36
2.2.1 Multifunktionsgeräte	37
2.3 Hardware ein- und aufbauen	37
2.3.1 Netzwerkkarten	38
2.3.2 LAN-Verschaltung	38
2.4 IP konfigurieren	39
2.5 Funktionstest	40

TEIL I: Grundwissen Netzwerke

3 Grundlagen der Kommunikation 43

3.1 Kommunikation im Alltag	43
3.2 Kommunikation zwischen Computern	44
3.3 Was ist nun ein Netzwerk?	45

4 Netzwerktopologien 47

4.1 Bustopologie	47
4.2 Ringtopologie	48
4.3 Sterntopologie	48

5 Kommunikationsmodelle 51

5.1	DoD-Modell	52
5.2	ISO/OSI-Modell	53
5.3	Ablauf der Kommunikation	54

TEIL II: Lokale Netze

6 Ethernet 61

6.1	Ursprung des Ethernet	61
6.2	Fast-Ethernet	63
6.3	Gigabit-Ethernet	65
6.4	10-Gigabit-Ethernet	66
6.4.1	IEEE 802.3ae – 10GBASE	66
6.4.2	IEEE 802.3an – 10GBASE-T	67
6.5	IEEE 802.3ba – 40- und 100-Gigabit-Ethernet	67
6.6	Hub	68
6.7	Switch	69
6.7.1	Broadcast	70
6.7.2	Multicast	71
6.8	Ausblick	71

7 Wireless LAN 73

7.1	IEEE 802.11	74
7.2	IEEE 802.11b	78
7.3	IEEE 802.11a/h	78
7.4	IEEE 802.11g	79
7.4.1	Kanalwahl	79
7.4.2	Sendeleistung	81
7.5	IEEE 802.11n	82
7.6	IEEE 802.11ac	83
7.7	IEEE 802.11ad	83
7.8	IEEE 802.11e	84
7.9	Wi-Fi Alliance	84
7.10	Beschleunigertechniken	85
7.10.1	Channel Bonding	85
7.10.2	Frame bursting	86
7.10.3	Frame Aggregation	86

7.10.4	Sendeleistung	86
7.10.5	Antennenausrichtung	87
7.10.6	Multiple In Multiple Out	87
7.11	Sicherheit von WLANs	88
7.12	Hot Spot	88
7.13	Ausblick	88

8 Netzwerk ohne neue Kabel 91

8.1	Daten über Stromkabel	91
8.1.1	Homeplug 1.0	92
8.1.2	Homeplug AV	93
8.1.3	Homeplug AV2	93
8.1.4	HomeGrid	94
8.2	Powerline Telecommunication	94
8.3	Sicherheit	95

TEIL III: Weitverkehrsnetze

9 Kabelinternetzugang 99

9.1	Aufbau	100
9.2	Marktsituation	100

10 DSL 103

10.1	ADSL	105
10.2	SDSL	108
10.3	VDSL	109
10.4	VDSL2	109
10.5	TV über das Telefonkabel	110
10.6	Ausblick	110

11 Kabelloser Internetzugang 113

11.1	GPRS	114
11.2	EDGE	114
11.3	UMTS	114

11.4	LTE	115
11.5	WiMAX	115

TEIL IV: Höhere Protokollschichten

12 Das Internetprotokoll 119

12.1	Routing	123
12.2	Private IP-Adressen	126
12.3	Network Address Translation	127
12.4	IP-Version 6	129
12.4.1	Vergleich	129
12.4.2	Adressen	130
12.4.3	Privacy Extension	131
12.4.4	Sicherheit	131
12.4.5	Migration	132
12.4.6	IPv6 ausprobieren	132

13 Address Resolution Protocol 135

14 Internet Control Message Protocol 137

15 Transmission Control Protocol 139

16 User Datagram Protocol 141

17 DHCP 143

17.1	Die einzelnen Pakete	145
17.1.1	DISCOVER	145
17.1.2	OFFER	145
17.1.3	REQUEST	145
17.1.4	ACKNOWLEDGE	146
17.2	Der DHCP-Ablauf	147
17.2.1	Initialisierung	147
17.2.2	Bindung	147
17.2.3	Erneuerung	148

18 Namensauflösung 149

- 18.1 Die hosts-Datei 149
- 18.2 WINS 150
- 18.3 DNS 150

19 Simple Network Management Protocol 153

20 Zeroconf 155

- 20.1 Windows 155
- 20.2 OS X 157
- 20.3 Avahi unter Linux 158

21 Universal Plug and Play 161

TEIL V: Praxiswissen

22 Netzkabel 165

- 22.1 Kategorien 166
- 22.2 Linkklassen 166
- 22.3 Schirmung 167
- 22.4 Netzwerstecker anbringen 168
- 22.5 Kabeltest 171
- 22.6 Patchpanel und Netzkabeln anschließen 172
- 22.7 Belegung von ISDN 175
- 22.8 Cross-Kabel 175

23 Netzwerkkarten 177

- 23.1 Kaufhilfe für kabelgebundene Netzwerkkarten 177
 - 23.1.1 Gigabit 178
 - 23.1.2 Fazit 178
- 23.2 PCI- und PCIe-Netzwerkkarten 179
 - 23.2.1 PCI-Express-Netzwerkkarten 179
 - 23.2.2 WLAN-Netzwerkkarten 181
- 23.3 Netzwerkkarte einbauen 182

23.4	PCMCIA-/Cardbus-Netzwerkkarten	184
23.4.1	LAN-Karten	185
23.4.2	WLAN-Karten	186
23.5	USB-Adapter	187
23.5.1	USB-Varianten	187
23.5.2	LAN-Adapter	188
23.5.3	WLAN-Adapter	188
23.6	Sonderfunktionen	190
23.6.1	Half-/Full duplex	191
23.6.2	Autonegotiation	191
23.6.3	Autosensing	191
23.6.4	Trunking	191
23.6.5	Wake-on-LAN	192

24 Switches 193

24.1	Marktübersicht	193
24.1.1	Einsteiger: Mini-Switches	194
24.1.2	Workgroup-Switches	195
24.1.3	Modulare Switches	198
24.1.4	Fachbegriffe für den Switch-Kauf	199
24.1.5	Fazit	200
24.2	Switches im Netzwerk integrieren	201
24.2.1	Uplink	201
24.2.2	Auto-MDI/MDX	201

25 Windows einrichten 203

25.1	Windows 8	203
25.1.1	Versionen	204
25.1.2	Windows Live ID	204
25.1.3	Einstellungen synchronisieren	204
25.1.4	Bildcode	206
25.1.5	File History	206
25.1.6	Windows Defender	209
25.1.7	Client HyperV	209
25.2	Windows 7	210
25.2.1	Versionen	210
25.2.2	Besondere Netzwerkfunktionen	211
25.2.3	IP-Konfiguration	212
25.2.4	Windows-7-Firewall	213

25.2.5	Homegroup	214
25.2.6	Windows-Remoteunterstützung Easy Connect	216
25.2.7	Kleine Änderungen	219
25.3	Windows Vista	220
25.3.1	Besondere Netzwerkfunktionen	220
25.3.2	IP-Einstellungen	223
25.3.3	Erweiterte Netzwerkeinstellungen	227
25.3.4	Firewall und Defender	229
25.3.5	Netzwerk- und Freigabecenter	231
25.3.6	Jugendschutz	234
25.4	Windows XP	236
25.4.1	Hardware-Erkennung	236
25.4.2	IP-Einstellungen	237
25.4.3	Firewall	240
25.5	Windows in verschiedenen Netzwerken	245
25.6	Drucker- und Dateifreigaben	246
25.6.1	Computernamen und Arbeitsgruppe	246
25.6.2	Vista, Windows 7 und Windows 8	247
25.6.3	Link Online-ID	251
25.6.4	Windows XP	252
25.6.5	Druckerfreigabe	258
25.6.6	Freigabeprobleme	258

26 Linux einrichten 261

26.1	Dokumentation	262
26.2	Administration	263
26.3	Netzwerkkarte unter SUSE einrichten	264
26.4	SUSE-Firewall	269
26.5	WLAN unter Linux	271
26.6	WLAN unter SUSE einrichten	271

27 OS X einrichten 275

27.1	Netzwerkumgebungen	275
27.2	Schnittstellen verwalten	277
27.3	Schnittstellen konfigurieren	278
27.3.1	Einfache Konfiguration	278
27.3.2	Details konfigurieren	279
27.4	WLAN-Karte konfigurieren	280
27.5	Die Firewalls von OS X	283

27.6	networksetup am Terminal	286
27.7	Freigaben für Windows unter OS X	287
27.7.1	Ordner freigeben	287
27.7.2	Samba starten	288

28 Troubleshooting 291

28.1	Problemursachen finden	292
28.2	Fehlersuche Schritt für Schritt	294
28.2.1	Kabel	295
28.2.2	Netzwerkkartentreiber	295
28.2.3	IP-Konfiguration	296
28.3	Checkliste	297
28.4	Windows-Bordmittel	299
28.4.1	Konfiguration auslesen	299
28.4.2	MAC-Adressen zu IP	300
28.4.3	DHCP erneuern	300
28.4.4	ping	301
28.4.5	tracert	302
28.4.6	route	303
28.4.7	TCP-/UDP-Verbindungen	304
28.4.8	NetBIOS	305
28.4.9	Windows XP Performancemonitor	305
28.4.10	Network Diagnostics Framework	307
28.5	Linux-Bordmittel	308
28.5.1	Ethernet-Konfiguration: ethtool	309
28.5.2	IP-Konfiguration: ifconfig	310
28.5.3	ping	311
28.5.4	bing	313
28.5.5	MAC-Adressen und IP-Adressen: arp	314
28.5.6	tracert	315
28.5.7	route	315
28.5.8	MTU: tracepath	317
28.5.9	TCP-/UDP-Verbindungen	317
28.5.10	Portscanner: nmap	318
28.6	Bordmittel von OS X	319

29 Zusatzprogramme 323

29.1	Wireshark	323
29.2	Zusatzprogramme für Windows	327

29.2.1	CurrPorts	327
29.2.2	inSSIDer	328
29.2.3	Tftpd32	329
29.2.4	SlimFTPd	329
29.2.5	FileZilla	330
29.2.6	Microsoft Network Monitor	330
29.3	Zusatzprogramme für Linux	333
29.3.1	Performanceüberblick mit xosview	333
29.3.2	Pakete mitschneiden mit IPTraf	333

30 Netzwerkgeschwindigkeit ermitteln 335

30.1	Performancemessung mit NetIO	335
30.1.1	Windows	335
30.1.2	Linux	337
30.2	Performancemessung mit Iperf	337
30.2.1	Windows	338
30.2.2	Linux	338
30.3	Netzwerkgeschwindigkeit mit FTP	339
30.4	Intel NAS Performance Toolkit	340
30.5	Ergebnisse Performancemessung	342

31 Fernadministration und Zusammenarbeit 345

31.1	Telnet	346
31.2	Secure Shell (SSH)	348
31.2.1	Passwortgeschützte Verbindung mit Serverschlüssel	348
31.2.2	Passphrasegestützte Verbindung mit Clientschlüssel	349
31.2.3	SSH Single Sign On	350
31.2.4	Erweiterte Konfiguration des Servers	352
31.2.5	SSH unter OS X nutzen	353
31.3	X11, das grafische System unter Linux	354
31.3.1	X11-Client	355
31.3.2	X11-Server	355
31.3.3	Getunneltes X11	356
31.3.4	Xming, X11 für Windows	357
31.3.5	X11 für OS X	358
31.4	TeamViewer	359
31.5	Zusammenarbeit im Internet – Kollaboration	361
31.5.1	Mikogo	361
31.5.2	Webmeeting mit Spreed	363

31.6	Virtual Network Computing (VNC)	365
31.6.1	VNC-Client und VNC-Server	365
31.6.2	Getunneltes VNC	367
31.6.3	Bildschirmfreigabe unter OS X	369
31.7	Remotedesktop	371
31.7.1	RDP für Linux	374
31.7.2	Remotedesktopverbindung für OS X	374
31.8	Remoteunterstützung	375

32 Sicherheit im LAN und im Internet 379

32.1	Mögliche Sicherheitsprobleme	380
32.1.1	Authentifizierung und Autorisierung	380
32.1.2	Datenintegrität	381
32.1.3	Schadprogramme	382
32.1.4	Sicherheitslücken	382
32.1.5	Exploit	382
32.1.6	Fallbeispiele	383
32.1.7	Der Hackerparagraf	384
32.2	Angriffsarten: Übersicht	385
32.3	ARP-Missbrauch	386
32.4	Sicherheitslösungen im Überblick	389
32.4.1	Firewall	390
32.4.2	Virens Scanner	392
32.4.3	Network Intrusion Detection System	392
32.4.4	Unsichere Passwörter	393

33 Programme zur Netzwerksicherheit 395

33.1	Firewalls für Windows	395
33.1.1	Firewall-Leistungen	396
33.1.2	Quellen im Web	396
33.2	IPTables, Firewall für Linux	397
33.3	Firewalls testen	397

34 WLAN und Sicherheit 399

34.1	Sicherheitsverfahren	399
34.1.1	WEP	400
34.1.2	WPA	401

34.1.3	WPA2	401
34.1.4	Access List	402
34.1.5	VPN	402
34.1.6	WLAN-Fachchinesisch	403
34.1.7	Aspekte	404
34.2	WPA in der Praxis	405
34.3	Wi-Fi Protected Setup	407
34.4	WLAN-Sicherheit analysieren	408
34.4.1	Aircrack-ng	409
34.4.2	Weitere Tools	411

35 Verschlüsselung 413

35.1	Symmetrische Verschlüsselung	413
35.2	Asymmetrische Verschlüsselung	414
35.3	Hybride Verschlüsselung	414
35.4	Signaturen	415
35.5	(Un-)Sicherheitsfaktoren der Verschlüsselung	415
35.6	GNU Privacy Guard (GnuPG)	416
35.6.1	Schlüsselgenerierung	416
35.6.2	Export	418
35.6.3	Import	418
35.6.4	Überprüfung	418
35.6.5	Signierung	419
35.6.6	Verschlüsselung	420
35.6.7	Entschlüsselung	420
35.6.8	Vertrauen	420
35.6.9	Keyserver	422
35.6.10	Keysigning-Partys	422
35.6.11	Verschlüsselte Kommunikation mit Servern	422
35.6.12	KGpg	423
35.7	E-Mails mit GnuPG und Enigmail verschlüsseln	424
35.7.1	Installation	424
35.7.2	Konfiguration	425
35.7.3	PGP/Mime	427
35.8	GPGTools für OS X	428
35.9	Virtual Private Network	430
35.9.1	PPTP	431
35.9.2	L2TP	431
35.9.3	IPsec	431
35.9.4	End-to-Site-VPN	432

35.9.5	Site-to-Site-VPN	435
35.9.6	VPN zwischen Netzwerken	435
35.9.7	Hamachi: VPN mit einem Klick	436
35.9.8	Fritz!Box-VPN	439

36 Internetzugang 443

36.1	Hardware-Router	444
36.1.1	Router für die Internetanbindung	445
36.1.2	Kriterien für den Routerkauf	446
36.1.3	Stand der Dinge	447
36.1.4	Ersatzzugang	449
36.1.5	Alternative Firmware	449
36.1.6	Apple AirPort	450
36.1.7	Router aufbauen	451
36.2	Der Software-Router fli4l	452
36.2.1	Kostenvergleich	453
36.2.2	Hardware	453
36.2.3	fli4l beschaffen	454
36.2.4	fli4l entpacken	455
36.2.5	fli4l konfigurieren	455
36.2.6	Diskette bauen	462
36.2.7	PCs im Netzwerk mit fli4l einrichten	463
36.2.8	Administration des Routers	463
36.2.9	fli4l auf der Festplatte	465
36.3	fli4l und OpenVPN	466
36.3.1	fli4l als OpenVPN-Server	466
36.3.2	OpenVPN-Client	468
36.3.3	Kontrolle der OpenVPN-Verbindung	469
36.4	Proxy	471

37 DynDNS-Dienste 473

37.1	Anbieter	473
37.2	Aktualisierung	474
37.2.1	Router	474
37.2.2	Software	475
37.2.3	DynDNS Updater für OS X	476

38 Netzwerkspeicher 477

38.1	Windows Home Server	478
38.1.1	WHS Connector	479
38.1.2	WHS Client Backup	479
38.1.3	Datensicherheit	480
38.1.4	Licht und Schatten von WHS	480
38.2	FreeNAS, Openfiler & Co.	481
38.3	Router mit externer USB-Platte	482
38.3.1	DSL-Router	482
38.3.2	Filesharing mit Apples AirPort	483
38.4	Hardware-NAS	484
38.4.1	Anzahl der Festplatten	484
38.4.2	Fallstricke bei der Auswahl	486
38.4.3	Einbindung ins Netzwerk	487

39 Virtualisierung 489

39.1	Hardware-Voraussetzungen	490
39.2	VMware Server	492
39.2.1	Download und Lizenzerwerb	492
39.2.2	Installation	492
39.2.3	Erste Schritte	494
39.2.4	Virtuelle Netzwerke	495
39.3	Oracle VM VirtualBox	496
39.3.1	Installation	496
39.3.2	Erste Schritte	497
39.3.3	Virtuelle Netzwerke	498
39.4	VMware Player	499
39.4.1	Installation	500
39.4.2	Erste Schritte	500
39.4.3	Virtuelle Netzwerke	501
39.5	Anpassungen des Gastbetriebssystems	502
39.6	Tuning	502

40 Virtuelle Appliances 503

40.1	IP-Adressen der virtuellen Maschinen	503
40.2	Openfiler Appliance als Datenspeicher	504
40.2.1	Einbinden der virtuellen Maschine	504
40.2.2	Konfiguration	506

40.2.3	Netzwerksetup	507
40.2.4	Systemupdate	508
40.2.5	LDAP-Benutzerverwaltung	508
40.2.6	Speicherplatzverwaltung	509
40.2.7	Netzwerkfreigaben	512
40.2.8	NFS-Freigaben für Linux	514
40.2.9	Der Netzwerk-Datastore für VMware	515
40.3	Squid Proxy Appliance	516
40.3.1	Einbinden der virtuellen Maschine	517
40.3.2	Netzwerksetup	518
40.3.3	Den Squid Proxy verwenden	519
40.3.4	Proxy unter OS X konfigurieren	521
40.3.5	Blacklists	522
40.3.6	Der Virens Scanner ClamAV	522
40.4	Personal Backup Appliance	523
40.4.1	Einbinden der virtuellen Maschine	524
40.4.2	Backup	525
40.4.3	Restore	526
40.4.4	Verwalten der Backups	526
40.5	Trixbox Asterisk Appliance	527
40.5.1	FreePBX nutzen	527
40.5.2	Telefone konfigurieren	528
40.5.3	SIP-Provider konfigurieren	530

41 siegfried3 – ein vielseitiger Server 533

41.1	Motivation – oder: Warum ausgerechnet Linux?	533
41.2	Aufgaben Ihres Netzwerkservers	535
41.3	Einbinden der virtuellen Maschine	536
41.4	Webmin	536
41.5	DHCP-Server	537
41.6	Samba als Fileserver	543
41.6.1	Linux als Server	543
41.6.2	Windows als Client	550
41.6.3	Linux als Client	551
41.6.4	OS X als Client	554
41.6.5	Windows und OS X als Server	555
41.7	Drucken im Netzwerk	556
41.7.1	Drucker am Server einrichten	557
41.7.2	PDF-Drucker	558
41.7.3	Netzwerkdrucker am Client einrichten	559

41.8	Mailserver	561
41.8.1	Mails mit Postfix verschicken	561
41.8.2	Mails mit Postfix empfangen	563
41.8.3	Mails mit Postfix über einen Provider verschicken	566
41.8.4	Postfächer aus dem Internet holen	568
41.8.5	Regelmäßiges Abholen der Post	570
41.8.6	IMAP-Server für Clients im LAN vorbereiten	571
41.8.7	IMAP-Clients im LAN an den Server anbinden	573
41.8.8	Shared Folders	574
41.9	PHPProjekt Groupware-Server	575
41.9.1	Installation	576
41.9.2	Konfiguration	576
41.9.3	PHPProjekt benutzen	578
41.10	MLDonkey: Tauschbörsentalente	578
41.10.1	MLDonkey einrichten	579
41.11	Time-Server	581
41.11.1	Zeitserver aufsetzen	582
41.11.2	Clients an den Zeitserver anbinden	584
41.11.3	Andere Zeitdienste als NTP	585
41.11.4	Systemzeit virtueller Maschinen	585

42 Netzwerk-Backup 587

42.1	Wozu Backup?	587
42.2	Backup	588
42.3	Restore	589
42.4	Disaster Recovery	589
42.5	Areca Backup	590
42.5.1	Sicherungsdefinitionen	590
42.5.2	Inkrementelle Sicherung	591
42.5.3	Differenzielle Sicherung	592
42.5.4	Backup-Verknüpfungen	592
42.5.5	Restore	592
42.5.6	Archive löschen und zusammenfügen	593
42.6	Windows-Bordmittel	593
42.6.1	Robocopy	593
42.6.2	SyncToy 2.0	594
42.6.3	Offlinedateien	595
42.6.4	Systemabbild	596
42.6.5	Windows File History	597
42.7	OS X Time Machine	597

42.8	Cloud Backup	599
42.8.1	Amazon S3	600
42.8.2	File History in die Cloud	600

43 Streaming Media 601

43.1	Protokolle und Codecs	602
43.1.1	Audio-Codecs	603
43.1.2	Video-Codecs	604
43.1.3	Streaming-Dienste	604
43.2	Streaming-Hardware	606
43.2.1	Digitaler Bilderrahmen	606
43.2.2	Internetradio	606
43.2.3	TV Media Player	607
43.2.4	TV-Geräte	608
43.2.5	Spielekonsolen	608
43.2.6	Smartphones	609
43.2.7	Router	609
43.2.8	NAS-Speicher	609
43.3	Streaming-Software	609
43.3.1	Betriebssysteme	609
43.3.2	Video-Streaming mit dem VLC media player	611

44 Voice over IP 615

44.1	Grundlagen zu VoIP	617
44.1.1	Protokolle	617
44.1.2	ENUM	620
44.1.3	Audio-Codecs	621
44.1.4	Voraussetzungen für VoIP im Netzwerk	622
44.2	Skype: Einfacher geht es nicht	629
44.2.1	Installation und Konfiguration	630
44.2.2	Skype benutzen	630
44.2.3	Technik	632
44.3	SIP-Provider im Internet	633
44.4	Softphone: PhonerLite	635
44.4.1	Konfiguration	636
44.4.2	Einsatz	637
44.5	Fritz!Box Fon	638
44.6	VoIP-Hardware	640

44.6.1	IP-Telefon	641
44.6.2	TK-Anlagen	642
44.6.3	Headsets	642

45 Cloud-Computing 645

45.1	Infrastrukturen	646
45.1.1	Public Cloud	646
45.1.2	Private Cloud	646
45.1.3	Hybrid Cloud	646
45.2	Everything as a Service	647
45.2.1	Infrastructure as a Service	647
45.2.2	Platform as a Service	647
45.2.3	Software as a Service	648
45.3	Beispiele aus der Cloud	648
45.3.1	Microsoft SkyDrive	648
45.3.2	Amazon S3	649
45.3.3	Dropbox	649
45.3.4	Google Drive	649
45.3.5	QNAP MyCloudNAS	650
45.3.6	Amazon EC2	651
45.3.7	Apple iCloud	651

Anhang 653

A	Linux-Werkzeuge	655
A.1	Vorbemerkung	655
A.2	Grundbefehle	657
A.2.1	Bewegen im Dateisystem	657
A.2.2	Datenstrom	661
A.2.3	Prozesse und Dateisystem	662
A.2.4	Netzwerkbefehle	664
A.3	Der Editor Vi	665
A.3.1	Arbeiten mit dem Vi	666
A.4	Shell-Skripte	668
B	ASCII-Tabelle	671
C	Glossar	673

Index	693
-------------	-----