

Harald Zisler



Für
Studium,
Ausbildung,
Beruf

Computer-Netzwerke

Grundlagen, Funktionsweise, Anwendung

- Theorie und Praxis: von der MAC-Adresse bis zum Router
- TCP/IP, IPv4, IPv6, (W)LAN, VPN, VLAN u.v.m.
- Konfiguration, Planung, Aufbau und sicherer Betrieb von Netzwerken

Galileo Computing 

Harald Zisler

Computer-Netzwerke

Grundlagen, Funktionsweise, Anwendung

Liebe Leserin, lieber Leser,

wenn Sie sich beruflich oder im Studium mit IT beschäftigen, werden Sie nicht an Computer-Netzwerken vorbeikommen. Sicherlich können Sie dazu auch dicke Handbücher lesen, die sich mit allen Details von TCP/IP, UDP und Co. beschäftigen. Wahrscheinlich wollen Sie sich aber zunächst einfach nur einlesen, die wichtigsten Grundlagen begreifen, an der ein oder anderen Stelle nachschlagen, Einsatzszenarien studieren und Beratung bei der Konfiguration von Netzwerk-Komponenten finden. Wenn ja, ist dieses Buch für Sie.

Harald Zisler ist es gelungen, auf 370 Seiten die wichtigsten Themen im Bereich Computer-Netzwerke kompakt, klar und vollständig darzustellen. Viele Illustrationen sowie zahlreiche Praxisübungen helfen Ihnen beim Verständnis der oft komplexen Materie. Sein Buch eignet sich ideal als Einstiegsbuch, als schnelles Nachschlagewerk fürs Studium und als Begleiter für den Berufsalltag. Zuverlässig erhalten Sie Auskunft zu allen Fragen der Netzwerk-Grundlagen, der Arbeit mit moderner Netzwerk-Technik, der Konfiguration von Netzwerk-Hardware und der wichtigsten Einsatzszenarien in der Praxis.

Dieses Buch wurde mit großer Sorgfalt lektoriert und produziert. Sollten Sie dennoch Fehler finden oder inhaltliche Anregungen haben, scheuen Sie sich nicht, mit uns Kontakt aufzunehmen. Ihre Fragen und Änderungswünsche sind uns jederzeit willkommen.

Viel Vergnügen beim Lesen!

Wir freuen uns auf den Dialog mit Ihnen.

Ihr Stephan Mattescheck

Lektorat Galileo Computing

stephan.mattescheck@galileo-press.de

www.galileocomputing.de

Galileo Press • Rheinwerkallee 4 • 53227 Bonn

Auf einen Blick

1	Grundlagen moderner Netzwerke	17
2	Netzwerktechnik	27
3	Adressierung im Netzwerk – Theorie	75
4	MAC- und IP-Adressen in der Praxis	109
5	Steuer- und Fehlercodes mit ICMP und ICMPv6 übertragen	181
6	Datentransport mit TCP und UDP	187
7	Kommunikation und Sitzung	217
8	Standards für den Datenaustausch	255
9	Netzwerkanwendungen	259
10	Netzwerkpraxis	279
A	Fehlertafeln	327
B	Auflösungen Prüfungsfragen	335
C	Netzwerkbegriffe kurz erklärt	339

Der Name Galileo Press geht auf den italienischen Mathematiker und Philosophen Galileo Galilei (1564–1642) zurück. Er gilt als Gründungsfigur der neuzeitlichen Wissenschaft und wurde berühmt als Verfechter des modernen, heliozentrischen Weltbilds. Legendär ist sein Ausspruch *Eppur si muove* (Und sie bewegt sich doch). Das Emblem von Galileo Press ist der Jupiter, umkreist von den vier Galileischen Monden. Galilei entdeckte die nach ihm benannten Monde 1610.

Lektorat Stephan Mattescheck

Korrektorat Annette Lennartz

Fachgutachten Prof. Dr. Arnulf Deinzer

Cover Barbara Thoben, Köln

Titelbilder Oben: istock© Henrik Jonson, Links: istock© Felix Alim,
Mitte: Getty Images/Thomas Northcut, Rechts: istock© Daniel Gilbert

Typografie und Layout Vera Brauner

Herstellung Lissy Hamann

Satz Typographie & Computer, Krefeld

Druck und Bindung Bercker Graphischer Betrieb, Kevelaer

Dieses Buch wurde gesetzt aus der Linotype Syntax Serif (9,25/13,25 pt) in FrameMaker. Gedruckt wurde es auf chlorfrei gebleichtem Offsetpapier.

Gerne stehen wir Ihnen mit Rat und Tat zur Seite:

stephan.mattescheck@galileo-press.de bei Fragen und Anmerkungen zum Inhalt des Buches
service@galileo-press.de für versandkostenfreie Bestellungen und Reklamationen
julia.bruch@galileo-press.de für Rezensionen- und Schulungsexemplare

Der Verlag hat sich intensiv um die Einholung aller Bildrechte bemüht. Leider konnten wir einige Rechteinhaber nicht ermitteln, einige andere nicht erreichen. Wir bitten diese Rechteinhaber, sich mit uns in Verbindung zu setzen. Berechtigte Ansprüche gelten wir selbstverständlich in angemessener Weise ab.

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

ISBN 978-3-8362-1698-2

© Galileo Press, Bonn 2012

1. Auflage 2012

Das vorliegende Werk ist in all seinen Teilen urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte vorbehalten, insbesondere das Recht der Übersetzung, des Vortrags, der Reproduktion, der Vervielfältigung auf fotomechanischem oder anderen Wegen und der Speicherung in elektronischen Medien. Ungeachtet der Sorgfalt, die auf die Erstellung von Text, Abbildungen und Programmen verwendet wurde, können weder Verlag noch Autor, Herausgeber oder Übersetzer für mögliche Fehler und deren Folgen eine juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung übernehmen. Die in diesem Werk wiedergegebenen Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. können auch ohne besondere Kennzeichnung Marken sein und als solche den gesetzlichen Bestimmungen unterliegen.

Inhalt

Geleitwort des Fachgutachters	13
Vorwort	15
1 Grundlagen moderner Netzwerke	17
1.1 Definition und Eigenschaften von Netzwerken	18
1.2 Die Netzwerkprotokollfamilie TCP/IP	20
1.3 OSI-Schichtenmodell und TCP/IP-Referenzmodell	21
1.4 Räumliche Abgrenzung von Netzwerken	24
1.5 Regel- und Nachschlagewerk für TCP/IP-Netze (RFCs)	25
1.6 Prüfungsfragen	26
2 Netzwerktechnik	27
2.1 Elektrische Netzwerkverbindungen und -standards	27
2.1.1 Netzwerke mit Koaxialkabeln	29
2.1.2 Netze mit Twisted-Pair-Kabeln	32
2.1.3 Aufbau, Bezeichnung und Kategorien von Twisted-Pair-Kabeln	33
2.1.4 Stecker- und Kabelbelegungen	36
2.1.5 Anschlusskomponenten für Twisted-Pair-Kabel	39
2.1.6 Herstellung von Kabelverbindungen mit der Schneid-Klemmtechnik (LSA)	41
2.1.7 Montage von RJ45-Steckern	44
2.1.8 Prüfen von Kabeln und Kabelverbindungen	48
2.1.9 Kennzeichnen, Suchen und Finden von Kabelverbindungen	52
2.1.10 Power over Ethernet (PoE)	54
2.2 Lichtwellenleiter, Kabel und Verbinder	54
2.2.1 Übersicht über die Netzwerkstandards mit Glasfaserkabel	56
2.2.2 Aufbau und Funktion von Glasfaserkabeln	57
2.2.3 Dauerhafte Glasfaserverbindungen	60
2.2.4 Lichtwellenleiter-Steckverbindungen	61
2.2.5 Umgang mit der LWL-Technik	64
2.2.6 Aufbau eines einfachen Leitungs- und Kabeltesters	67
2.2.7 Prüfen von LWL-Kabeln und -Verbindungen	67
2.3 Datenübertragung per Funktechnik	68

2.3.1	WLAN (Wireless LAN, Wi-Fi)	68
2.3.2	Datenübertragung über öffentliche Funknetze	70
2.3.3	Power-Line-Communication (PLC)	71
2.4	Technische Anbindung von Rechnern und Netzen	72
2.5	Weitere Netzwerkkomponenten	72
2.6	Zugriffsverfahren	73
2.6.1	CSMA/CD, Kollisionserkennung	73
2.6.2	CSMA/CA, Kollisionsvermeidung	73
2.7	Prüfungsfragen	74
3	Adressierung im Netzwerk – Theorie	75
3.1	Physikalische Adresse (MAC-Adresse)	75
3.2	Ethernet-Pakete (Ethernet-Frames)	77
3.3	Zusammenführung von MAC- und IP-Adresse	78
3.3.1	Adress Resolution Protocol (ARP), IPv4	78
3.3.2	Neighbor Discovery Protocol (NDP), IPv6	80
3.4	IP-Adressen	82
3.5	IPv4-Adressen	84
3.5.1	Netzwerkklassen im IPv4	84
3.5.2	Netz- und Subnetzmaske, Unterteilung von Netzen	85
3.5.3	Berechnungen	88
3.5.4	Private Adressen des IPv4	90
3.5.5	Zeroconf – konfigurationsfreie Vernetzung von Rechnern	90
3.5.6	Localnet und Localhost	92
3.5.7	Weitere reservierte Adressen	93
3.6	IPv6-Adressen	93
3.6.1	Adresstypen des IPv6	96
3.6.2	IPv6-Loopback-Adresse	98
3.6.3	Unspezifizierte Adresse	99
3.6.4	IPv4- in IPv6-Adressen und umgekehrt	99
3.6.5	Tunnel-Adressen	100
3.6.6	Kryptografisch erzeugte Adressen (CGA)	101
3.6.7	Lokale Adressen	102
3.6.8	Übersicht der Präfixe von IPv6-Adressen	102
3.6.9	Adresswahl und -benutzung	103
3.7	Internetprotokoll	104
3.7.1	Der IPv4-Header	105
3.7.2	Der IPv6-Header	107

3.8	Prüfungsfragen	108
3.8.1	Berechnungen	108
3.8.2	IP-Adressen	108
4	MAC- und IP-Adressen in der Praxis	109
4.1	MAC-Adressen	109
4.1.1	Ermitteln der MAC-Adresse	109
4.1.2	Ändern der MAC-Adresse	111
4.1.3	Manuelles Setzen und Ändern von MAC-Adressen mittels arp	112
4.1.4	ARP-Spoofing erkennen	112
4.2	IP-Adressen setzen	112
4.2.1	Netzwerkconfiguration von PCs	114
4.2.2	IP-Adresskonfiguration von weiteren Netzwerkgeräten	120
4.2.3	Zentrale IP-Adressverwaltung mit dem DHCP-Server	122
4.2.4	Zeroconf	129
4.3	Verwendung von Rechnernamen	129
4.3.1	Der Urtyp: Adressauflösung in der hosts-Datei	129
4.3.2	Der Domain Name Server (DNS) und seine Konfiguration	131
4.3.3	Einstellungen beim Client	141
4.4	Überprüfung der Erreichbarkeit und Namensauflösung von Hosts	143
4.4.1	Prüfung der Erreichbarkeit und Namensauflösung mit ping/ping6	143
4.4.2	Werkzeuge für Name-Server-Abfragen (nslookup, host, dig)	145
4.4.3	Mitschnitte von DNS-Abfragen mit Netzwerkdiagnoseprogrammen	146
4.5	Zentrale Netzwerkgeräte auf Sicherungs- und Vermittlungsebene	148
4.5.1	Bridges – Verbinden von Netzwerkteilen	148
4.5.2	Hubs – Sammelschiene für TP-Netze	149
4.6	Switches – Verbindungsknoten ohne Kollisionen	149
4.6.1	Funktionalität	150
4.6.2	Schleifen – Attentat oder Redundanz?	151
4.6.3	Verbindungen zwischen Switches (Link Aggregation, Port Trunking, Channel Bundling) ...	154

4.6.4	Virtuelle Netze (VLAN)	155
4.6.5	Switch und Sicherheit	157
4.6.6	Geräteauswahl	159
4.6.7	Anzeigen und Anschlüsse am Switch	160
4.6.8	Konfiguration eines Switches allgemein	161
4.6.9	Spanning Tree am Switch aktivieren	161
4.6.10	VLAN-Konfiguration von Switches	162
4.6.11	Konfiguration von Rechnern für tagged VLANs	164
4.7	Routing – Netzwerkgrenzen überschreiten	167
4.7.1	Gemeinsame Nutzung einer IP-Adresse mit PAT	170
4.7.2	Festlegen des Standard-Gateways	170
4.7.3	Routing-Tabelle abfragen (netstat)	171
4.7.4	Routenverfolgung mit traceroute	172
4.7.5	Route manuell hinzufügen (route)	172
4.7.6	Route löschen (route)	175
4.8	Multicast-Routing	176
4.9	Praxisübungen	177
4.9.1	Glasfasern	177
4.9.2	TP-Verkabelung	177
4.9.3	Switches	177
4.9.4	MAC- und IP-Adressen	177
4.9.5	Namensauflösung	178
4.9.6	Routing	178
4.9.7	Sicherheit im lokalen Netz	178
5	Steuer- und Fehlercodes mit ICMP und ICMPv6 übertragen	181
5.1	ICMP-Pakete (IPv4)	182
5.2	ICMPv6-Pakete	183
6	Datentransport mit TCP und UDP	187
6.1	Transmission Control Protocol (TCP)	187
6.1.1	Das TCP-Paket	187
6.1.2	TCP: Verbindungsaufbau	190
6.1.3	TCP: Transportkontrolle	190
6.1.4	TCP: Verbindungssabbau	192
6.2	Das User Datagram Protocol (UDP)	193
6.2.1	UDP: Der UDP-Datagram-Header	193
6.3	Nutzung von Services mittels Ports und Sockets	194
6.3.1	Sockets und deren Schreibweise	196

6.3.2	Übersicht über die Port-Nummern	196
6.3.3	Ports und Sicherheit	198
6.4	Die Firewall	200
6.4.1	Integration der Firewall in das Netzwerk	202
6.4.2	Regeln definieren	203
6.5	Der Proxyserver	206
6.5.1	Lokaler Proxyserver	208
6.5.2	Proxyserver als eigenständiger Netzwerkteilnehmer	208
6.5.3	Squid, ein Proxyserver	209
6.6	Port and Address Translation (PAT), Network Address Translation (NAT)	209
6.7	Praxis	212
6.7.1	Verbindungsaufbau zu einem Dienst mit geänderter Port-Nummer	212
6.7.2	Durchführen von Portscans zum Austesten von Sicherheitsproblemen	213
6.7.3	Schließen von Ports	214
6.8	Prüfungsfragen	215
6.8.1	TCP-Protokoll	215
6.8.2	Ports und Sockets	215
6.8.3	Firewall	216
7	Kommunikation und Sitzung	217
7.1	SMB/CIFS (Datei-, Druck- und Nachrichtendienste)	217
7.1.1	Grundlagen	218
7.1.2	Freigaben von Verzeichnissen und Druckern unter Windows	218
7.1.3	nmbd und smbdc unter Linux/FreeBSD	219
7.1.4	Samba-Konfigurationsdatei smb.conf	219
7.1.5	Testen der Konfiguration	223
7.1.6	Aufnehmen und Bearbeiten von Samba-Benutzern	224
7.1.7	Starten, Stoppen und Neustart der Samba-Daemons	224
7.1.8	Netzlaufwerk verbinden (Windows 7)	225
7.1.9	Client-Zugriffe unter Linux/FreeBSD	226
7.1.10	Zugriffskontrolle mit smbstatus	228
7.1.11	Die net-Befehle für die Windows- Batchprogrammierung	229

7.2	Network-File-System (NFS)	230
7.2.1	Konfiguration des NFS-Servers	230
7.2.2	Konfiguration des NFS-Clients	233
7.3	HTTP für die Informationen im Internet	234
7.3.1	Grundlagen des HTTP-Protokolls	234
7.3.2	Serverprogramme	238
7.3.3	Client-Programme	239
7.3.4	Webbrowser und Sicherheit	240
7.4	Mail-Transport	241
7.4.1	Grundlagen des SMTP/ESMTP-Protokolls	241
7.4.2	Konfigurationshinweise	245
7.4.3	Anhänge von E-Mails, MIME, S/MIME	246
7.5	Secure Shell (SSH) und Secure Socket Layer (SSL), Transport Layer Security (TLS)	250
7.5.1	Secure Shell (SSH)	250
7.5.2	SSL und TLS	251
7.6	Praxisübungen	253
7.6.1	Konfiguration Samba-Server	253
7.6.2	NFS-Server	253
7.6.3	HTTP, Sicherheit	253
7.6.4	E-Mail	253
8	Standards für den Datenaustausch	255
9	Netzwerkanwendungen	259
9.1	Datenübertragung	259
9.1.1	File Transfer Protocol (FTP), Server	259
9.1.2	File Transfer Protocol (FTP), Clients	260
9.1.3	Benutzerkommandos für FTP- und SFTP-Sitzungen ...	261
9.1.4	Secure Copy (scp), Ersatz für Remote Copy (rcp)	263
9.1.5	SSHFS: entfernte Verzeichnisse lokal nutzen	264
9.2	SSH, SFTP und SCP: Schlüssel erzeugen zur Erhöhung der Sicherheit oder zur kennwortfreien Anmeldung	265
9.3	Aufbau eines SSH-Tunnels	267
9.4	Fernsitzungen	269
9.4.1	Telnet	269
9.4.2	Secure Shell (SSH), nur Textdarstellung	269
9.4.3	Display-Umleitung für X11-Sitzungen	270
9.4.4	SSH zur Displayumleitung für X11	271
9.4.5	Virtual Network Computing (VNC)	272

9.4.6	Nomachine (NX)	275
9.4.7	Remote Desktop Protocol (RDP)	277
10	Netzwerkpraxis	279
10.1	Planung von Netzwerken	279
10.1.1	Bedarf ermitteln	279
10.1.2	Ermitteln des Ist-Zustandes	281
10.1.3	Berücksichtigung räumlicher und baulicher Verhältnisse	282
10.1.4	Investitionssicherheit	282
10.1.5	Ausfallsicherheiten vorsehen	283
10.1.6	Zentrales oder verteiltes Switching	284
10.2	Netzwerke mit Kupferkabeln	286
10.2.1	Kabel (Cat. 5 und Cat. 7)	287
10.2.2	Anforderungen an Kabeltrassen und Installationskanäle	287
10.2.3	Dosen und Patchfelder	288
10.3	Netzwerke mit Glasfaserkabeln	290
10.3.1	Kabeltrassen für LWL-Kabel	291
10.3.2	Dosen und Patchfelder	292
10.3.3	Medienkonverter	292
10.3.4	LWL-Multiplexer	292
10.4	Geräte für Netzwerkverbindungen und -Dienste	293
10.4.1	Netzwerkkarten	293
10.4.2	WLAN-Router und -Sticks	294
10.4.3	Router	295
10.4.4	Switches	296
10.4.5	Printserver	297
10.4.6	Netzwerkspeicher (NAS)	299
10.4.7	Modems für den Netzzugang	299
10.5	Einbindung externer Netzwerkteilnehmer	302
10.6	Sicherheit	303
10.6.1	Abschottung wichtiger Rechner	304
10.6.2	Netzwerkverbindung mit Virtual Private Network (VPN)	306
10.6.3	WLAN sicher konfigurieren	308
10.6.4	SSH-Tunnel mit Putty aufbauen	309
10.7	Prüf- und Diagnoseprogramme für Netzwerke	312
10.7.1	Rechtliche Hinweise	312
10.7.2	Verbindungen anzeigen mit netstat	312

Inhalt

10.7.3	Hosts und Ports finden mit nmap	313
10.7.4	Datenverkehr protokollieren (wireshark, tcpdump) ...	316
10.7.5	Netzaktivitäten messen mit darkstat	319
10.7.6	Netzlast erzeugen mit fping	321
10.7.7	Weitere Einsatzmöglichkeiten von fping	321
10.7.8	Erreichbarkeit von Hosts prüfen mit ping/ping6	323
Anhang	325
A	Fehlertafeln	327
B	Auflösungen Prüfungsfragen	335
C	Netzwerkbegriffe kurz erklärt	339
Index	355

Geleitwort des Fachgutachters

Das Buch ist erkennbar von einem Vollblutpraktiker geschrieben, von einem Praktiker für Praktiker. Ich kenne keinen RZ-Leiter, der nicht noch etwas aus diesem Werk lernen könnte. So zum Beispiel, warum etwas, was man schon so oft angewendet hat, funktioniert.

Also nur ein Buch für die Profis im Rechenzentrum und die, die es werden wollen? Ich kann es auch jedem Studenten der Informatik empfehlen. Es eignet sich gut für ein Hineinschnuppern in die Praxis und ist auch ansprechend flott geschrieben. Besonders Studenten werden sich über die Prüfungsfragen bzw. Praxisübungen am Ende fast jedes Kapitels freuen.

Die Thematik von Rechnernetzen ist viel zu vielschichtig, um sie neben den wichtigsten praktischen Aspekten auch noch vollständig theoretisch abzuhandeln – auch wenn das Buch von Herrn Zisler schon beeindruckende knapp 400 Seiten erreicht. Der Autor verweist hier auf von ihm explizit aufgeführte Standardliteratur; deren Auswahl ist nachvollziehbar und wird – wenn es auf die Theorie ankommt – auch von mir zur vertiefenden Lektüre empfohlen.

Was die relevanten Standards betrifft, bleiben keine Wünsche offen. Der Autor gibt zu jeder Fragestellung alle relevanten RFCs an, auch wenn das mal schon knapp 30 (z. B. zu SMTP) sein können. Da sollte man auch mal reinschauen. Zur Auflockerung seien dem Leser auch RFCs mit Datum 01.04. empfohlen.

Autoren von Fachbüchern neigen gelegentlich dazu, ihr Publikum mit Fachterminologie und TLAs (Three Letter Acronyms) vollständig zu verwirren. Natürlich muss ein Praxisbuch zu Computer-Netzwerken die nötigen Fachwörter und Abkürzungen verwenden; der Leser wird aber niemals allein gelassen. Ein kleines aber feines Glossar erklärt das Vokabular, ein sorgfältig erstellter Index verweist zuverlässig auf das erste Auftreten des entsprechenden Begriffs oder der entsprechenden Abkürzung, wo sie fast immer auch erklärt ist.

Man kann das Buch mit Vergnügen von vorne bis hinten durchlesen, dabei – auch als erfahrener Praktiker – viel Bekanntes aber auch Neues entdecken und wertvolle Tricks und Hintergrundinformationen erhalten. Das komplette Durchlesen wird aber nicht der Normalfall sein, so kann man z. B. beim Auftreten eines

Geleitwort des Fachgutachters

Problems (oder bei der Vorbereitung auf einen Praktikumsversuch) mal nachlesen, was der Autor so dazu schreibt; auch das ist problemlos möglich.

Ich gratuliere dem Autor zu seinem gelungenen Werk, das aktueller und mehr in die Tiefe gehend ist als vergleichbare Lehrbücher. Ich wünsche dem Buch eine weite Verbreitung und kann und werde es uneingeschränkt empfehlen.

Kempen

Prof. Dr. Arnulf Deinzer

Hochschule Kempten, Fakultät Informatik

Vorwort

Computer-Netzwerke bilden die Infrastruktur sowohl für den betriebsinternen als auch für den weltweiten modernen Nachrichten- und Datenaustausch. Aufbau, Erweiterung und Wartung von Datennetzen beschäftigen viele Berufsgruppen, vom Gebäudeplaner angefangen über die Fachhandwerker des Elektrohandwerks bis hin zum Informatiker.

Damit der Datenaustausch funktioniert, arbeiten Technik und Netzwerkprotokolle gut aufeinander abgestimmt und vor allem unauffällig. Die Grundlagen hierfür finden Sie in diesem Buch. Ich habe die Informationen nicht ganz streng nach einem der theoretischen Schichtenmodelle (Abschnitt 1.3, »OSI-Schichtenmodell und TCP/IP-Referenzmodell«) gegliedert, sondern nach arbeitspraktischen Gesichtspunkten. Probleme bei der Planung und dem Betrieb eines Netzwerkes halten sich selten an theoretische Konstrukte, vieles lösen Sie leichter mit einem ganzheitlichen Ansatz.

Sie können das Buch sowohl zusammenfassend von vorne bis zum Schluss als auch gezielt nach Themen durcharbeiten. Oft finden Sie auch viele Verweise auf die »Requests for Comments« (RFC, mehr in Abschnitt 1.5, »Regel- und Nachschlagewerk für TCP/IP-Netze (RFCs)«). Damit ergründen Sie vor allem das Wie und Warum von Netzwerkstandards.

Egal, ob Sie sich in einer Berufsausbildung oder einem Studium befinden, mit dem Buch steigen Sie recht schnell in die Grundlagen der Netzwerkmaterie ein. Gleichmaßen lernen Sie die praktische Anwendung kennen. Falls Sie ein (Berufs-)Praktikum in diesem Bereich anstreben, beantwortet das Buch Ihnen viele der auftauchenden Fragen zu allen Netzwerkthemen, die Ihnen begegnen werden. Ich wende mich auch an all jene, welche Computer und Netzwerke gleichermaßen administrieren. Ihnen hilft das Buch als Nachschlagewerk.

Aus vielen Jahren Berufspraxis in der IT-Welt und vielen veranstalteten Kursen heraus entstand dieses Werk. Ich bedanke mich bei Friedemann Bruckner (Fotos) und bei Alexander Färber für seine Unterstützung durch die Bereitstellung von Hardware und Arbeitszeit.

Freudenberg

Harald Zisler

Netzwerke sind Infrastruktureinrichtungen für den Daten- und Nachrichtentransport. Wie die Transporteinrichtungen zur Schiene, zu Straße, Wasser und Luft müssen sie auf maximales Transportaufkommen und hohe Betriebssicherheit hin ausgelegt werden.

1 Grundlagen moderner Netzwerke

Heute kommunizieren Sie weltweit über verschiedene Netzwerke hinweg. Im Idealfall funktioniert die Vernetzung so unauffällig, dass Sie weder eingreifen noch irgendwelche besonderen Dinge tun müssen. Sie versenden E-Mails, lesen Nachrichten, schauen Fernsehen, verlagern rechenintensive Vorgänge in eine »Cloud« oder arbeiten zuhause an Ihrem Heimarbeitsplatz, stets vernetzt mit dem Rest der Welt.

Den Unterbau hierfür bildet die Netzwerktechnik, welche zuhause, in den Vermittlungsstellen der Telekommunikationsdienstleister oder in den Betrieben installiert ist. Hier wird gesendet, empfangen, weitergeleitet oder auch abgeblockt.

Ihr Netzwerk nehmen Sie meist nur wahr, wenn es nicht funktioniert. Spätestens dann sollten Sie diese Grundlagen hier und vielleicht ein wenig mehr kennen. Neben diesem Buch empfehle ich Ihnen noch, Grundlagen- und weiterführende Literatur durchzuarbeiten:

Tanenbaum, Andrew S./Wetherall, David J.: *Computernetzwerke*. 4., aktual. Aufl. München: Pearson Education 2003. ISBN 978-3-8273-7046-4.

Lienemann, Gerhard/Larisch, Dirk: *TCP/IP – Grundlagen und Praxis*. 1. Aufl. Heidelberg: dpunkt 2011. ISBN 978-3-936931-69-3.

Gerhard Lienemann: *TCP/IP – Praxis*. 3., aktual. Aufl. Hannover: Heise 2003. ISBN 978-3-936931-05-1.

Hagen, Silvia: *IPv6. Grundlagen – Funktionalität – Integration*. 2. Aufl. Norderstedt: Sunny Edition 2009. ISBN 978-3-9522942-2-2.

Blanchet, Marc: *Migrating to Ipv6*. 1. Aufl. Chichester: Wiley 2006. ISBN 978-0-471-49892-6.

Kersken, Sascha: *IT-Handbuch für Fachinformatiker*. 5., aktual. u. erw. Aufl. Bonn: Galileo Press 2011. ISBN 978-3-8362-1744-6.

Anderson, Al/Benedetti, Ryan: *Netzwerke von Kopf bis Fuß*. 1. Aufl. Köln: O'Reilly 2009. ISBN 978-3-89721-944-1.

1.1 Definition und Eigenschaften von Netzwerken

Die moderne Netzwerktechnik arbeitet *paketorientiert*. Es gibt keine einzigartigen, exklusiven 1:1-Verbindungen wie beim Telefon. Ihr Rechner sendet und empfängt die Informationen häppchenweise über eine offene Struktur. In dieser finden die Datenpakete automatisch ihren Weg zum Ziel. Ausfälle einzelner Netzwerkkomponenten führen nicht zum Abbruch der Kommunikation, solange es sich nicht gerade um den eigenen Zugang zum Internet oder Netzwerk handelt.

Netzwerk

Ein Netzwerk stellt eine Infrastruktur dar, welche Datenendgeräten

- ▶ die (wahlfreie) Kommunikation untereinander,
- ▶ den Datenaustausch und
- ▶ die Nutzung gemeinsamer Ressourcen und Dienste

transparent ermöglicht.

Bei modernen Netzwerken müssen Sie sich nicht um die Einzelheiten der Verbindung kümmern. Das erledigt das »Netz« nach vorgegebenen Regeln, den *Netzwerkprotokollen*, selbst (siehe auch Tabelle 1.1). Die heutzutage gebräuchliche Protokollfamilie trägt den Namen *TCP/IP*.

Netzwerkprotokoll

Die Aufgabe eines Netzwerkprotokolls ist das Festlegen der Modalitäten für den Aufbau und das Trennen von Verbindungen, den Austausch von Daten und das Verhalten im Fehlerfall.

Netzwerkprotokolle stellen die Schicht zwischen der Hardware (Netzwerkkarte, Modem, funktechnische Einrichtung ...) und der jeweiligen Anwendung/dem Anwender dar, welche mit ihnen kommuniziert.

Die Netzwerkprotokolle benutzen verschiedene Methoden, um ihre Aufgaben mehr oder weniger zuverlässig erfüllen zu können (Tabelle 1.1).

Aufgabe	Umsetzung/Methode
Adressierung	Adressangaben, Übermittlung Empfänger und Absender
Verbindungssteuerung	Befehle für den Aufbau und Abbau von Verbindungen
Flusssteuerung	Transportquittungen, Regelung des Datenflusses durch Start-/Stopp-Anweisungen
Fehlererkennung	Prüfsummen, Quittungen, Verfallszeit (Time-out) überwachen, Nummerierung der Informationsblöcke
Fehlerkorrektur	Anforderung Paketwiederholungen, Korrekturverfahren

Tabelle 1.1 Aufgaben von Netzwerkprotokollen

Durch die frei zugänglichen Standards, welche mit den Netzwerkprotokollen gegeben sind, funktioniert die Kommunikation heute zwischen den unterschiedlichsten Geräten (Abbildung 1.1). Es ist vollkommen egal, ob es sich um einen Großrechner oder ein VoIP-Telefon handelt oder welches Betriebssystem ein Laptop benutzt, alle Teilnehmer werden vom Netz gleichermaßen bedient. Es liegt ein *heterogenes* Netz vor, in dem die Partner mehr oder weniger gleichberechtigt miteinander verbunden sind.

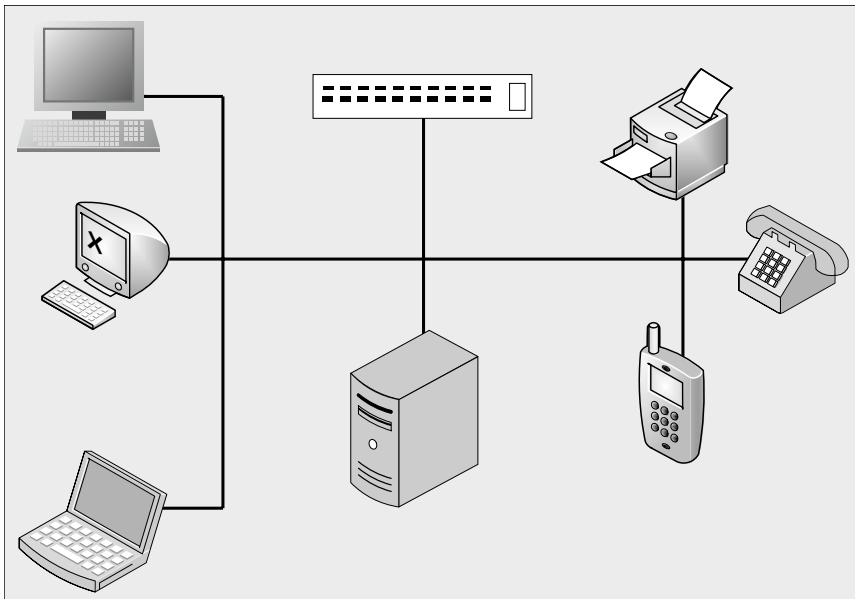


Abbildung 1.1 Heterogenes Netzwerk

Netzwerkprotokolle arbeiten entweder *verbindungsorientiert* oder *verbindungslos*. Beides bietet Vor- und Nachteile. Sie finden bis heute keine klare Befürwor-