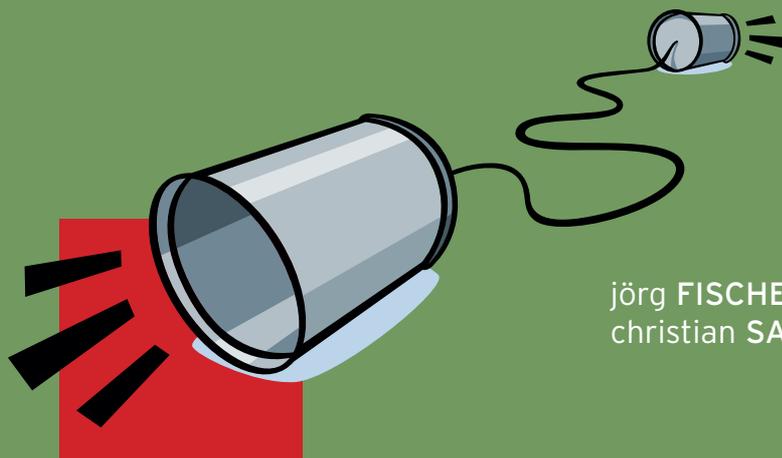


2. Auflage



jörg FISCHER
christian SAILER

VoIP

PRAXISLEITFADEN

IP-KOMMUNIKATION AUS DER CLOUD,
IM WEB UND MOBIL PLANEN,
IMPLEMENTIEREN UND BETREIBEN

HANSER



Im Internet: Hilfreiches aus der Praxis,
u.a. ein Bandbreitenkalkulator

Bleiben Sie auf dem Laufenden!



Unser **Computerbuch-Newsletter** informiert Sie monatlich über neue Bücher und Termine. Profitieren Sie auch von Gewinnspielen und exklusiven Leseproben. Gleich anmelden unter



www.hanser-fachbuch.de/newsletter



Hanser Update ist der IT-Blog des Hanser Verlags mit Beiträgen und Praxistipps von unseren Autoren rund um die Themen Online Marketing, Webentwicklung, Programmierung, Softwareentwicklung sowie IT- und Projektmanagement. Lesen Sie mit und abonnieren Sie unsere News unter



www.hanser-fachbuch.de/update



Jörg Fischer
Christian Sailer

VoIP Praxisleitfaden

IP-Kommunikation
in der Cloud, im Web und mobil
planen, implementieren und betreiben

2., überarbeitete und erweiterte Auflage

HANSER

Die Autoren:

Dr.-Ing. Jörg Fischer, Berlin

Christian Sailer, Neukirchen-Vluyn

Alle in diesem Buch enthaltenen Informationen, Verfahren und Darstellungen wurden nach bestem Wissen zusammengestellt und mit Sorgfalt getestet. Dennoch sind Fehler nicht ganz auszuschließen. Aus diesem Grund sind die im vorliegenden Buch enthaltenen Informationen mit keiner Verpflichtung oder Garantie irgendeiner Art verbunden. Autoren und Verlag übernehmen infolgedessen keine juristische Verantwortung und werden keine daraus folgende oder sonstige Haftung übernehmen, die auf irgendeine Art aus der Benutzung dieser Informationen – oder Teilen davon – entsteht.

Ebenso übernehmen Autoren und Verlag keine Gewähr dafür, dass beschriebene Verfahren usw. frei von Schutzrechten Dritter sind. Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Buch berechtigt deshalb auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.



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.

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt.

Alle Rechte, auch die der Übersetzung, des Nachdruckes und der Vervielfältigung des Buches, oder Teilen daraus, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form (Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) – auch nicht für Zwecke der Unterrichtsgestaltung – reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

© 2016 Carl Hanser Verlag München, www.hanser-fachbuch.de

Lektorat: Brigitte Bauer-Schiewek

Copy editing: Petra Kienle, Fürstenfeldbruck

Herstellung: Irene Weillhart

Umschlagdesign: Marc Müller-Bremer, www.rebranding.de, München

Umschlagrealisation: Stephan Rönigk

Gesamtherstellung: Kösel, Krugzell

Ausstattung patentrechtlich geschützt. Kösel FD 351, Patent-Nr. 0748702

Printed in Germany

Print-ISBN: 978-3-446-44491-1

E-Book-ISBN: 978-3-446-44814-8

Inhalt

Vorwort	XVII
----------------------	-------------

1 Einleitung	1
1.1 Telefonie im Sinne dieses Buchs	1
1.2 Das Phänomen der menschlichen Sprache	2
1.2.1 Am Anfang steht die Signalisierung	2
1.2.2 Sprechen sie dieselbe Sprache?	2
1.2.3 Gut gebrüllt, „Löwe“!	3
1.3 „Echtzeit“-Kommunikation	4
1.4 Fernmeldetechnik – gestern und heute	5
1.4.1 Wer war der Erfinder der Telefonie?	5
1.4.2 Alles hat seinen Preis	6
1.4.3 Telefonie wird zur Privatsache	6
1.5 Thesen zu VoIP – worum geht es den Benutzern?	7
1.5.1 THESE 1: Effektivität (Zeit) und Effizienz (Geld)	7
1.5.2 THESE 2: die fünf „S“ der Benutzererwartungen	8
1.5.3 THESE 3: Profile für Prozesse, Dienste und Benutzer	9
1.5.4 THESE 4: intelligente Büroumgebungen	11
1.5.5 THESE 5: IP-Transformation der Kommunikation	12
1.5.6 THESE 6: Konvergenz der Kommunikation und „Cloud“	12
1.5.7 THESE 7: Paradigmenwechsel	14
1.6 VoIP wird Realität	14
1.6.1 IP-fähige Telekommunikation	14
1.6.2 Telefonierendes IP	15
1.6.3 Der lange Weg von der PBX zum SoftSwitch und zur Cloud	15
1.7 Die Businessstreiber für VoIP	16
1.8 Die IP-Transformation der Sprache	18
1.8.1 Wozu braucht man eine ganzheitliche Betrachtung?	18
1.8.2 Das Modell der IP-Transformation	19
1.9 VoIP im praktischen Einsatz	29
1.9.1 Einsatzgebiete für VoIP	30

1.9.2	Ist VoIP billiger als klassische Telefonie?	32
1.10	VoIP und das OSI-Modell	33
1.10.1	Die Bedeutung von TCP und IP für VoIP	34
1.10.2	Geht Sprache auch auf Schicht zwei?	36
1.10.3	VoIP und das ISO/OSI-Modell	37
1.11	Essenz	40
2	Infrastrukturen im VoIP-Umfeld	43
2.1	Was gehört zur Infrastruktur?	43
2.2	Kabel, Leitungen und Drähte	44
2.2.1	Klassische Telefonkabel	45
2.2.2	Kabelkategorien	46
2.2.3	Verdrillung der Adernpaare	49
2.2.4	Schirmung der Adernpaare und der Kabel	50
2.2.5	Erdung und/oder Schirmung	51
2.2.6	Verkabelungsarten und Längenbeschränkungen	53
2.2.7	Lichtwellenleiter (LWL)	55
2.3	Kabel- und Leitungsarchitekturen	56
2.3.1	Ringförmige Verkabelungsarchitekturen	56
2.3.2	Sternförmige Verkabelungsarchitekturen	57
2.3.3	Strukturierte Verkabelungsarchitekturen	58
2.3.4	Redundante Verkabelungsarchitekturen	59
2.4	Endgeräte für die Kommunikation	60
2.4.1	Akustikdesign der TEG	61
2.4.2	Das Telefonendgerät (TEG)	61
2.4.3	Anschaltung bei klassischer Telefonie	62
2.4.4	IP-Endgeräte/-Telefone (IP-TEG)	64
2.5	Anschlüsse für Verkabelungssysteme	66
2.5.1	Stecker und Buchsen	66
2.5.2	Auflegeverfahren	69
2.6	Stromversorgung	70
2.6.1	Power over Ethernet	70
2.6.2	Zusätzlicher Betriebsstrom an den Komponenten	73
2.6.3	Zusätzlicher Betriebsstrom für IP-TEG	74
2.6.4	Versorgung mit Notstrom	74
2.7	Die Luft als Infrastruktur	75
2.8	Kommunikation ohne Drähte, Leitungen und Kabel	76
2.9	Aktive Netzwerkkomponenten für VoIP	77
2.9.1	Anschlussvervielfacher – HUB	78
2.9.2	Anschlussverteiler – Switch	78
2.9.3	Kommunikationsflussverteiler – Router	80
2.9.4	Gateways	83

2.9.5	Firewalls	84
2.9.6	SBC – Session Border Controller	86
2.10	Essenz	86
3	Netze, QoS, Pakete und Bandbreite	89
3.1	Festnetze für VoIP	90
3.1.1	Geografische und funktionale Differenzierung	90
3.1.2	Technologische Differenzierung der Netze	91
3.1.3	IP-Netze	93
3.1.4	Breitbandnetze	97
3.2	Mobilnetze für VoIP	98
3.2.1	WLAN IEEE 802.11 und seine Komponenten	99
3.2.2	WLAN-Architekturen	100
3.2.3	Planung und Implementierung von WLANs	104
3.2.4	Voice over WLAN (VoWLAN)	106
3.2.5	Praktischer Einsatz von VoWLAN	110
3.3	Qualitätsanforderungen der Dienste (QoS)	113
3.3.1	Subjektive Güte der Sprache – ohne MOS nichts los	113
3.3.2	Die Kodierung der Sprache	115
3.4	Parameter der QoS im VoIP-Umfeld	117
3.4.1	Laufzeit, Laufzeitschwankungen und Paketverluste	117
3.4.2	Die IP-Paketgröße für Sprachdaten	120
3.4.3	Paketmarkierungen für VoIP	121
3.5	IP-Pakete im VoIP-Umfeld	124
3.5.1	UDP und TCP	124
3.5.2	IPSec – IP Security	125
3.5.3	Die Paketstruktur im VPN-Tunnel	127
3.5.4	RTP – Real-Time Transport Protocol	128
3.5.5	RTCP – Real Time Control Protocol	129
3.6	QoS für die Signalisierung	132
3.7	Bandbreite und Komprimierung	134
3.7.1	Was ist ERLANG?	134
3.7.2	Bandbreitenkalkulation für VoIP	135
3.7.3	Bandbreitenkalkulation für Fax und Modem over IP	136
3.7.4	Komprimierung	136
3.7.5	Bandbreitenbedarf der Signalisierung	137
3.8	Essenz	138
4	Nummern, Adressen und Namen	141
4.1	Nummern in der Telefonie	142
4.1.1	Das internationale Rufnummernformat E.164	142
4.1.2	Notruf- und andere Sondernummern	144

4.1.3	Der interne Rufnummernplan	145
4.1.4	Übersetzung zwischen internem und externem RNP	148
4.2	Adressen in der IP-Welt	149
4.3	Die MAC-Adresse	149
4.3.1	Aufbau der MAC-Adresse	150
4.3.2	Die Funktion der MAC-Adresse im VoIP-Umfeld	151
4.4	Die IP-Adresse	151
4.4.1	Struktur und Funktion der IP-Adressen	152
4.4.2	Vergabe der IP-Adressen	155
4.4.3	DHCP für VLAN-Zuordnung	157
4.4.4	Probleme mit DHCP	157
4.4.5	LLDP	159
4.4.6	VoIP und IP-Routing	159
4.5	Nummern und Namen im Telefonieumfeld	161
4.5.1	Mit Namen wählen	161
4.5.2	Das Telefonbuch	162
4.5.3	Verzeichnisdienst und Telefonbuch	163
4.6	Namen in der IP-Welt	166
4.6.1	DNS – der Namensdienst im IP	166
4.6.2	Suche im DNS	167
4.6.3	DNS im VoIP-Umfeld	168
4.7	ENUM – Nummern im Namenformat	169
4.8	Essenz	170
5	Protokolle und Dienste für VoIP	171
5.1	Protokolle der klassischen Telefonie	173
5.1.1	Protokolle und Dienste des ISDN	173
5.1.2	Digitale Anschlüsse zum ISDN und zu Teilnehmern	174
5.1.3	Standardprotokolle für die digitale Vernetzung	176
5.1.4	Herstellereigene Protokolle für die digitale Vernetzung	178
5.1.5	Protokolle und Dienste für analoge Kommunikation	178
5.2	Protokolle der IP-Telefonie	179
5.3	IP-Protokolle für Management und Konfiguration	180
5.3.1	Klassische, ungesicherte Managementprotokolle	181
5.3.2	Gesicherte Managementprotokolle	183
5.4	IP-Protokolle für die Steuerung und Signalisierung	184
5.4.1	H.323 zum Teilnehmer	185
5.4.2	H.323 zur Vernetzung	185
5.4.3	Weitere wichtige Steuerungs- und Signalisierungsprotokolle	186
5.5	Protokolle für VoIP-Medienübertragung	188
5.5.1	Protokolle für Sprache im VoIP-Umfeld	188
5.5.2	Protokolle für Fax- und Modemdienste	188

5.6	SIP – das IP-Protokoll für Multimedia und Mobilität	195
5.6.1	Wozu dient SIP?	196
5.6.2	Was unterscheidet SIP von anderen Protokollen?	196
5.6.3	Wie funktioniert SIP?	197
5.6.4	SIP als Protokoll zu den Endgeräten	200
5.6.5	SIP als Trunk-Anschluss (Private/Public)	202
5.6.6	SIP und Sicherheit	206
5.7	WebRTC – Echtzeitkommunikation Browser	209
5.7.1	Wozu dient WebRTC?	209
5.7.2	Was unterscheidet WebRTC von anderen Protokollen?	210
5.7.3	Wie funktioniert WebRTC?	211
5.7.4	Überwindung von Netzwerkbarrieren	214
5.7.5	Zusammenspiel von WebRTC und SIP	216
5.7.6	WebRTC und Sicherheit	217
5.8	Essenz	218
6	Leistungsmerkmale	219
6.1	Standardisierte Leistungsmerkmale	219
6.1.1	Leistungsmerkmale für die Teilnehmeridentifikation	220
6.1.2	Leistungsmerkmale für den Aufbau von Anrufen	228
6.1.3	Leistungsmerkmale während des Anrufs	233
6.1.4	Leistungsmerkmale für mehrere Teilnehmer	237
6.1.5	Weitere standardisierte Leistungsmerkmale	239
6.2	Nicht standardisierte Leistungsmerkmale	242
6.2.1	Spezielle Konferenzvarianten	243
6.2.2	Teamfunktionen	245
6.2.3	Chef/Sekretär-Funktionen	249
6.2.4	Präferenzfunktionen	250
6.2.5	ACD – Automatische Anrufverteilung	251
6.2.6	Vermittlungsplatz	254
6.2.7	DISA – Direct Inward System Access	256
6.3	Essenz	257
7	Ports, Kanäle und Bündel	259
7.1	Kanäle und Bündel	259
7.2	Ports in der IP-Welt	260
7.2.1	Einsatz der IP-Ports	260
7.2.2	„Well known“ IP-Ports	262
7.2.3	Standard-IP-Ports für VoIP	263
7.2.4	Dynamische IP-Ports	264
7.3	Essenz	265

8	Applikationen im VoIP-Umfeld	267
8.1	Applikationsschnittstellen und Funktionen	269
8.1.1	CSTA: „Computer sieht Telefonanlage“	269
8.1.2	TAPI – Telephony Application Programming Interface	270
8.1.3	XML – eXtensible Markup Language	271
8.1.4	SOAP – Simple Object Access Protocol	274
8.2	Anwendungen mit Kommunikationsfunktionen	275
8.2.1	CTI (Computer Telephony Integration)	276
8.2.2	Design einer CTI-Umgebung	279
8.3	UMS – Unified Messaging System	282
8.3.1	Nur noch einen „Briefkasten“	282
8.3.2	Faxnachrichten	283
8.3.3	SMS-Nachrichten	285
8.3.4	Abhören und Lesen der Nachrichten im UMS	285
8.4	Präsenzinformationssysteme	287
8.4.1	Die Telefonpräsenz	288
8.4.2	Das Präsenzsystem	288
8.5	Sprach-Konferenzsysteme	289
8.5.1	Konferenzvarianten	289
8.5.2	VoIP und Konferenzfunktionen	290
8.6	Webkonferenzsysteme	291
8.6.1	Das Prinzip der Webkonferenzen	291
8.6.2	Die Funktionsweise von Webkonferenzen	292
8.6.3	Praktischer Einsatz von Webkonferenzen	292
8.7	Kollaborationsapplikationen	293
8.8	Alarmierungs- und Evakuierungssysteme	295
8.8.1	Alarmierung	295
8.8.2	Automatische Mitteilungsverteilungen	296
8.8.3	Evakuierung	297
8.9	Notruf im VoIP-Umfeld	298
8.9.1	Rechtliche und regulatorische Aspekte des Notrufs	298
8.9.2	Notruf und Standortinformationen	298
8.9.3	Anruferlokalisierung auf Basis von E911	299
8.9.4	Technologische Aspekte des Notrufs im VoIP-Umfeld	299
8.10	Die Vermittlung	300
8.10.1	Das Fräulein vom Amt	301
8.10.2	Der moderne Vermittlungsplatz	301
8.10.3	Die automatische Vermittlung	302
8.10.4	Persönlicher Assistent	302
8.10.5	Routing-Profile	303
8.11	Anwendungen für die Kundeninteraktion	304
8.11.1	Von der Vermittlung zum CallCenter	304
8.11.2	Das moderne CallCenter	304

8.11.3	Vorteile von VoIP-CallCentern	305
8.11.4	Multimediale CallCenter	306
8.11.5	Interne Interaktion	306
8.11.6	Vom KIZ zum „Business Process Routing“	307
8.12	Essenz	308

9 Klassische VoIP-Architekturen 309

9.1	Als die Telekommunikationssysteme VoIP „lernten“	309
9.1.1	Auf dem Weg zur VoIP-Architektur	309
9.1.2	Neu oder Migration?	309
9.1.3	Von der PBX zur IP-PCX	310
9.1.4	Von der IP-PCX zur VoIP-PCX	311
9.1.5	Von IP-enabled zu hybrid	313
9.1.6	Was ist besser: hybrid oder reines VoIP?	314
9.1.7	Von der VoIP-PCX zu Soft-VoIP	315
9.1.8	Zentral oder dezentral?	319
9.2	Komponenten von VoIP-Systemen	320
9.2.1	Die Steuereinheit	321
9.2.2	Redundanz der Steuerungen	323
9.2.3	Das Koppelfeld	325
9.2.4	VoIP-Mediagateways	326
9.2.5	Module für Sonderfunktionen	327
9.3	Sonderarchitekturen und Trends	327
9.3.1	Virtuelle Maschinen und Container-Virtualisierung	327
9.3.2	Offene VoIP-Systeme – „Open Source“-Lösungen	328
9.3.3	Ich gebe dir was und du gibst mir was	328
9.4	Essenz	329

10 VoIP-Cloud-Modelle 331

10.1	Grundsätzliches zum Thema Cloud	331
10.1.1	Akteure im Cloud-Umfeld	331
10.1.2	Von der VoIP-PCX zum CaaS CSP	332
10.1.3	Begriffsbestimmung „Cloud-Service“	334
10.1.4	VoIP-Cloud-Modelle vs. klassische VoIP-Architekturen	334
10.1.5	Server-Virtualisierung als Grundlage von CaaS	336
10.1.6	Charakteristika von Cloud-Services	337
10.2	Cloud-Liefer- und -Servicemodelle	339
10.2.1	Cloud-Liefermodelle	340
10.2.2	Cloud-Servicemodelle	343
10.3	Communication as a Service	348
10.3.1	Chancen und Risiken	348
10.3.2	Die TK/IT-Abteilung im Wandel	356

10.3.3	Qualitätssicherung	357
10.3.4	Methode für eine erfolgreiche CaaS-Transformation	358
10.3.5	Exemplarische Darstellung einer CaaS-Architektur	360
10.4	Ökonomische Aspekte eines CaaS	362
10.4.1	Kostenblöcke eines CaaS-Service Modells	363
10.4.2	Kostenvorteile eines CaaS-Service Modells	364
10.4.3	Klassische- und Cloud-Lizenzmodelle im Vergleich	366
10.4.4	TCO-Betrachtung	366
10.4.5	ROI-Betrachtung	368
10.5	Essenz	369
11	Managementsysteme für VoIP	371
11.1	Die Managementpyramide	371
11.1.1	Ebene der Basismanagement-Anwendungen	373
11.1.2	Ebene des Applikationsmanagements	374
11.1.3	Ebene des allgemeinen Netzwerkmanagements	375
11.1.4	Ebene des zentralen Ressourcenmanagements	376
11.1.5	Ebene des übergreifenden Dienstmanagements	377
11.2	Anlagenbezogenes Basismanagement	378
11.2.1	Die Managementzentrale der VoIP-Anlage	379
11.2.2	Anlagenbezogenes Elementmanagement	379
11.2.3	Elementares Ressourcenmanagement	380
11.2.4	Nutzermanagement auf der Anlagenebene	381
11.2.5	Fehler- und Alarmmanagement	384
11.2.6	Anlagenbezogenes Berechtigungsmanagement	385
11.3	Management der VoIP-Funktionen	387
11.3.1	Das QoS-Management auf dem VoIP-System	388
11.3.2	Das QoS-Management im IP-Netz	389
11.3.3	Management der DSPs und Codecs	389
11.3.4	Administration von VoIP-Domains	390
11.3.5	VoIP-Statistiken	393
11.4	SNMP im VoIP-Umfeld	394
11.5	Management zentraler VoIP-Ressourcen und -dienste	395
11.6	Performancemanagement	396
11.7	Essenz	398
12	Sicherheit, Gefahren, Risiken	399
12.1	Das Verständnis für Sicherheit	399
12.2	Sicherheit	400
12.2.1	Das Gefühl von Sicherheit	400
12.2.2	Gefahren kennen und erkennen	400
12.2.3	Die Technik ist nur das Mittel	401
12.2.4	Drei Sicherheitsbereiche	401

12.3	Risiko	402
12.4	Gefahr	403
12.5	Bedrohung	404
12.6	Warum Sicherheit für VoIP?	405
12.6.1	BASELER Beschlüsse	406
12.6.2	Kontroll- und Transparenzgesetz	406
12.7	IT-Grundschutzkatalog	407
12.8	BSI – VoIPSec-Studie	408
12.8.1	Zu Grundlagen und Protokollen von VoIP	409
12.8.2	Zur Medienübertragung in VoIP	411
12.8.3	Zum VoIP-Routing – Wegefindung	412
12.8.4	Zum Routing – Wegefindung der Namen und Nummern	413
12.8.5	Zur Kodierung des VoIP-Stroms	414
12.8.6	Angriffspotenzial auf und im IP-Netz	416
12.9	Essenz	416
13	VoIP – aber mit Sicherheit	417
13.1	VoIP-Sicherheit – für was und für wen?	417
13.2	Bedrohungen der Vertraulichkeit	418
13.2.1	Nutzersicherheit	418
13.2.2	Administratorsicherheit	418
13.2.3	Absicherung für das Systemmanagement	421
13.3	Bedrohungen gegen die Integrität	424
13.3.1	Tunnelbildung	424
13.3.2	Verschlüsselung	425
13.4	Bedrohungen gegen die Verfügbarkeit	426
13.5	Authentisierung	427
13.5.1	Unberechtigte Personen	427
13.5.2	Authentisierung 802.1x	428
13.6	Sicherheitsfunktionen im VoIP-System	429
13.6.1	Trusted Host	430
13.6.2	TCP-Wrapper	430
13.6.3	ICMP Redirect	431
13.7	Zugangssicherheit im IP-Netz	431
13.7.1	„Lernende“ IP-Anschlusssicherheit (learned port security)	432
13.7.2	DHCP-Schutz	433
13.7.3	Zugangskontrolllisten – ACLs (access control lists)	433
13.8	Essenz	434

14	Betrieb und Zuverlässigkeit	435
14.1	Gesicherter Betrieb	435
14.2	Zuverlässigkeit und Ausfallzeit	435
14.2.1	Ausfallzeit	436
14.2.2	Zuverlässigkeit	436
14.2.3	Verfahren zur Zuverlässigkeitsbetrachtung	438
14.2.4	Berechnung der Zuverlässigkeit	439
14.2.5	Bewertung der Zuverlässigkeit eines Gesamtsystems	441
14.3	Betriebsdauer und Lebenszyklus	441
14.3.1	Softwarelebenszyklus	442
14.3.2	Hardwarelebenszyklus	443
14.4	Betriebsmodelle	444
14.4.1	OUT-Tasking und -Sourcing	444
14.4.2	Managed Communication Services	445
14.5	Essenz	445
15	Fehler- und Störungsbeseitigung	447
15.1	Ziele der Fehleranalyse und Störungsbeseitigung	447
15.1.1	Schnelligkeit ist keine Hexerei	448
15.1.2	Fehler erkannt – Gefahr gebannt!	448
15.1.3	Verhindern der Fehlerausbreitung	450
15.1.4	Ein guter Plan A hat immer einen besseren Plan B	451
15.1.5	Prävention – denn Vorbeugen ist besser als Heilen	452
15.1.6	Aus Schaden wird man klug	453
15.1.7	Wer schreibt, der bleibt	454
15.2	Fehler und Störungsbilder im VoIP-Umfeld	455
15.3	Das Telefon geht nicht	457
15.3.1	Steckt der Fehler in der Physik?	457
15.3.2	Steckt der Fehler im System?	459
15.4	Die Verbindung klappt nicht	460
15.5	Die Sprachqualität bei VoIP ist schlecht	461
15.5.1	Kriterien für die Sprachqualität	462
15.5.2	Schwankende und wechselnde Gesprächsqualität	462
15.5.3	Die Lautstärke ist ungenügend oder unpassend	463
15.5.4	Störende Echos und Hall während der Verbindung	466
15.5.5	Verstümmelte und bruchstückhafte Kommunikation	468
15.6	Essenz	470
16	VoIP-Analyse	471
16.1	Ziel und Methode der VoIP-Analyse	471
16.1.1	Ziele der VoIP-Analyse	471
16.1.2	Bestandteile der VoIP-Analyse	472

16.2	Gemessene QoS-Werte der VoIP-Analyse	473
16.3	MOS-Wert bei der VoIP-Analyse	474
16.4	Berechnung des MOS-Werts mittels E-Modell	474
16.4.1	Entwicklung und Ziel des E-Modells	474
16.4.2	Aufbau und Struktur des E-Modells	475
16.4.3	Parameter des E-Modells und deren Standardwerte	480
16.4.4	Der R-Faktor	481
16.4.5	Die Berechnung des R-Faktors	482
16.5	Werkzeuge für VoIP-Analysen	483
16.6	Durchführung der VoIP-Analyse	484
16.6.1	Planung der VoIP-Analyse	485
16.6.2	Konfiguration der VoIP-Analyse	488
16.6.3	Auswertung der VoIP-Analyse	494
16.6.4	Hilfreiche Sonderfunktionen	497
16.7	Essenz	500

Verzeichnis der Abkürzungen	501
--	------------

Literatur	513
------------------------	------------

Index	515
--------------------	------------

Vorwort

Ein Leitfaden für Voice over IP

Das Vorwort eines Buchs spiegelt die ganz persönlichen Gedanken und Ideen der Autoren wider. Daher ergreifen wir an dieser Stelle gerne die Gelegenheit und legen dar, was uns dazu motivierte, diesen Praxisleitfaden für Voice over IP zu verfassen. Nehmen wir unser beider Berufserfahrungen im Voice-over-IP-Bereich zusammen, sind wir mehr als 40 Jahre in Technik, Planung, im Vertrieb und vor allem in der praktischen Umsetzung von Voice-over-IP-Projekten tätig. Im Verlauf dieser Zeit wurde uns immer bewusster, dass der wichtigste Garant für eine erfolgreiche Umsetzung von VoIP-Projekten die praktische Erfahrung ist. Daher lag es nahe, alle Erkenntnisse und vor allem die vielen Erlebnisse aus der Praxis in einem Buch zusammenzutragen. Die Komplexität von VoIP-Projekten ist in den letzten Jahren derart angestiegen, dass eine gute Handvoll Praxistipps mit Sicherheit dazu beiträgt, ein VoIP-Projekt erfolgreich zu leiten, anstatt es zu erleiden. Die Theorie ist sehr konkret und oftmals abstrakt, die Praxis hingegen ist vielfältig, variantenreich und flexibel. Genau diesen Variantenreichtum werden viele von Ihnen auf unterschiedliche Weise kennen oder kennenlernen. Ein Praxisleitfaden kann einige von vielen praktischen Möglichkeiten aufzeigen. Die in ihm enthaltenen Praxistipps sind mit Sicherheit hilfreich, jedoch weder ein Dogma noch der berühmten Weisheit letzter Schluss. Sehr gerne teilen wir mit Ihnen, liebe Leserinnen und Leser, unsere über viele Jahre gesammelten Praxiserfahrungen. Begeben Sie sich kritisch in einen Disput mit unseren Gedanken und Meinungen und lassen Sie es uns wissen, inwiefern Ihnen dieser Leitfaden half (Sie erreichen Dr. Jörg Fischer unter DrJFischer@gmx.de und Christian Sailer unter info@christiansailer.de).

Liebe Leserin, lieber Leser, lassen Sie sich inspirieren und erleben Sie die Welt der VoIP-Implementierungen aus praktischer und teilweise pragmatischer Sicht mit allen ihren schönen, anstrengenden und herausfordernden Facetten.

Voice over IP – mehr als eine aufstrebende Kommunikationstechnologie

Moderne Kommunikationstechnologien sind unsere täglichen Begleiter und weder aus dem privaten noch geschäftlichen Alltag wegzudenken. Sie ermöglichen uns, nahezu unabhängig von Ort und Zeit, den komfortablen Austausch von und den Zugang zu Informationen. Andererseits wird der Umgang mit diesen Kommunikationstechnologien für den Anwender ebenso wie für Betreibende ständig komplexer. Eine der Kommunikationstechnologien, die vor allem in den letzten beiden Jahrzehnten von sich reden macht, ist Voice over IP (VoIP).

VoIP bedeutet wörtlich (und übersetzt): „Übertragung der Sprache über das Internet-Protokoll (IP)“. Konkreter: Bei VoIP handelt es sich um eine Vielzahl moderner Kommunikationsdienste und -anwendungen rund um die Sprach-, Bild- (Video) und Datenkommunikation über IP. Die VoIP-Technologie befindet sich eindeutig auf dem aufstrebenden Ast ihres Lebenszyklus. Sie hat das Tal der Ernüchterung schon längst durchschritten und bewirkte unmittelbar die Entstehung einer Vielzahl neuer Kommunikationsanwendungen. Das Potenzial dieser Technologie erkannten auch die Netzbetreiber in Deutschland und setzen auf sie bei der Transformation der öffentlichen Kommunikationsnetze hin zu All-IP-Netzen – dieser Paradigmenwechsel erfolgt auf Basis der VoIP-Technologie.

Damit nicht genug. Das Aufstreben der VoIP-Technologien setzt sich fort. Noch vor wenigen Jahren wurden die klassischen TK-Hersteller von dem Gedanken „Next dial tone is IP“ nahezu überrascht. Plötzlich gab es eine rasant zunehmende Vielzahl von Herstellern, insbesondere aus dem Netzwerkbereich kommend, die mit VoIP-Technologien den Markt eroberten. Fast noch schneller ging es dann, bis sich all diese sehr hardwarefokussierten Technologielieferanten von klassischen Softwareherstellern rechts überholen lassen mussten. Ihr Slogan: „Keine Hardware – VoIP ist alles Software“. Hier schien der Innovationshorizont erst einmal erreicht. Doch sie alle hatten die Rechnung ohne die Internetpropagandisten gemacht. Ihre Botschaft lautet: „VoIP ist Internet“. Kurz gesprochen, alle in der VoIP-Welt reden nur noch über „Cloud“. So schlägt dieses Buch einen sehr weiten, spannenden, interessanten und wertvollen Bogen.

VoIP bedeutet „Vieles over IP“

Aus der jetzigen Sicht möchten wir sogar sagen, dass der Begriff „VoIP“ für „Vieles over IP“ steht. Sprache über IP zu transportieren, ist eine tolle Sache, doch wirklich spannend ist das allein schon lange nicht mehr. Erst durch die Vielzahl der Möglichkeiten, die Applikationen und vor allem durch die Chancen des Einsatzes dieser modernen Technologien wird VoIP so interessant, dass sich derart viele Menschen damit beschäftigen. „Vieles over IP“, das bedeutet natürlich auch die Sprache. Die Sprache bei Konferenzen. Die Sprache im Zusammenhang mit Präsentationen über das Internet. Sprache als ein wesentlicher Bestandteil von Video. Sogar die Sprache als Möglichkeit zur Steuerung von Applikationen, Prozessen und Funktionen. VoIP als „Vieles over IP“ zu bezeichnen, ist also durchaus gerechtfertigt, auch wenn diese „denglische“ Übersetzung merkwürdig anmutet.

In der Praxis muss sich die Theorie beweisen

„Die Theorie ist eine Rose, die Praxis der Botanische Garten.“ So lässt sich der Ansatz dieses Buchs umschreiben. Eine einzelne Rose ist abstrakt und meist wunderschön, doch ihren vollen Glanz kann sie erst im Gesamtbild mit vielen anderen Pflanzen entfalten. Es ist wichtig zu wissen, wo man sie am besten pflanzt, unter welchen Bedingungen sie sich prächtig entwickeln, wie sie wachsen und gedeihen wird.

Es gibt viele Bücher über IP-Telefonie, Voice over IP (VoIP) und Internettelefonie, die sich intensiv mit den theoretischen Wissensbereichen dieser Technologien beschäftigen. Und selbstverständlich ist das theoretische Wissen um die VoIP-Technologien eine Voraussetzung für deren praktischen Einsatz. Dieses Buch ist anders, es spiegelt vor allem die praktischen Aspekte von VoIP-Implementierungen wider. Es ist eine Ansammlung von Ideen, Gedanken, Meinungen, Erfahrungen und Tipps aus über 40 Jahren VoIP-Praxis. Insbeson-

dere vermittelt es einen Überblick darüber, was man bei der Planung, der Projektierung, der Implementierung, im Betrieb und vor allem bei der Nutzung von VoIP-Lösungen beachten sollte.

Mit einem Leitfaden in die Praxis

Das vorliegende Buch ist ein Praxisleitfaden. Mit seiner klaren Struktur und dem fundierten theoretischen Hintergrundwissen hat es einerseits den Charakter eines Fachbuchs, ist aber andererseits hervorragend als Nachschlagewerk geeignet. Dabei spannt es einen Bogen von den praktischen Grundlagen für VoIP, über Applikationen, Fragen der Sicherheit bei VoIP, bis hin zu Aspekten der Fehlersuche und -behebung sowie des Betriebs von VoIP-Umgebungen. Es enthält ebenfalls einen Exkurs in die Welt der Virtualisierung von Kommunikationslösungen und der unterschiedlichen Facetten von Dienstleistungen aus der Cloud. Es beleuchtet umfassend eine Vielzahl praktischer Themen für die erfolgreiche Implementierung und Nutzung von VoIP. Die Struktur des Buchs ist angelehnt an das in der Kommunikationsbranche wohlbekanntes OSI-Schichtenmodell (Open System Interconnection), d.h. von der Physik bis zu Applikation.

■ *Kapitel 1:*

Den Beginn machen einleitende Diskussionen zum Thema Telefonie allgemein und Voice over IP im Besonderen. Den Kern dieses Kapitels bilden grundlegende Begriffsbestimmungen und Definitionen, Betrachtungen zum Nutzen für die Anwender sowie Aussagen zu Trends, Entwicklungen und Strategien rund um VoIP.

■ *Kapitel 2:*

Die Physik, d.h. die drahtgebundenen und kabellosen Infrastrukturen, auf denen VoIP stattfindet, sowie Kabeltypen, Stecker, Frequenzen und Wellenlängen sind die Hauptdarsteller dieses Kapitels.

■ *Kapitel 3:*

Behandelt die Netze und Netzarchitekturen, die mittels der zuvor beschriebenen Infrastrukturen gebildet werden, die Themen Güte und Qualität der Sprachübermittlung bei VoIP, die für VoIP genutzten Dienste und Pakete sowie die spannende Frage „Gigabit oder ERLANG?“ – die Bandbreitenanforderungen für VoIP-Kommunikationsdienste.

■ *Kapitel 4:*

Die klassische Telefonie funktioniert über Rufnummern. Im IP-Umfeld sind MAC- und IP-Adressen für die Vermittlung von Kommunikationsdiensten zuständig. Als Anwender würde man lieber Namen benutzen. Genau diese Zusammenhänge zwischen Nummern, Adressen und Namen im VoIP-Umfeld sind Gegenstand dieses Kapitels.

■ *Kapitel 5:*

In diesem Kapitel ist die Rede von klassischen und IP-Protokollen sowie von IP-Diensten, die für den Einsatz von VoIP eine Rolle spielen. Die Palette reicht von der einfachen Signalisierung, über den Datentransport bis hin zu den Protokollen für die Sicherheit im VoIP-Umfeld und die Einbindung von Browser-Technologien auf Basis von WebRTC (Web Real-time Communications) in die VoIP-Kommunikation.

■ *Kapitel 6:*

Telefonie hat immer etwas mit Leistungsmerkmalen zu tun. Das gilt für die klassische Welt ebenso wie für VoIP. Welche Leistungsmerkmale und Funktionen gehören zum

Basisumfang und was erwarten die Benutzer bezüglich dieses Punkts von einem modernen VoIP-Kommunikationssystem und Cloud-Services?

■ *Kapitel 7:*

Für die menschliche Kommunikation gibt es Öffnungen (Mund, Augen und Ohren), in der VoIP-Welt nennt man sie IP-Ports. Ebenso hat jede Kommunikation konkrete und funktionale Merkmale, wie z.B. die Lautstärke, die Wahl der Kommunikationsmittel und vor allem die Kommunikationsform selbst.

■ *Kapitel 8:*

VoIP nur wegen der reinen Sprachübertragung einzusetzen, ist in der Praxis oftmals wenig sinnvoll, häufig unwirtschaftlich und aus ökologischer Sicht sogar „verwerflich“. Was macht VoIP dennoch charmant und nützlich? Es sind die Applikationen. Sie stellen eine nahezu unendliche Vielfalt neuer interessanter Kommunikationsdienste und -möglichkeiten zur Verfügung.

■ *Kapitel 9:*

Die modernen, auf IP-Netzen und -Funktionen basierenden Kommunikationssysteme existieren in den unterschiedlichsten Architekturmodellen als IP-PBX, als hybride IP-Telekommunikationsanlage, als Soft-PCX, als SoftSwitch, als virtualisierte von der Hardware abstrahierte Form und als Cloud-Service. Das Kapitel erklärt diese zahlreichen Systemarchitekturen.

■ *Kapitel 10:*

Auf Grundlage der technologischen Evolutionen in den letzten Jahren entwickelten sich in der Informationstechnologie neue Dienste in Form von Cloud-Services. Diese Cloud-Services finden zwischenzeitlich zunehmend Verbreitung und Anwendung im VoIP-Bereich und stellen somit die Weichen für die nächste (R)Evolution des ITK-Markts.

■ *Kapitel 11:*

Ein System ist nur so gut, wie man es benutzen und vor allem betreiben kann. Deshalb spielen die Administrations- und Managementwerkzeuge für moderne VoIP- und Cloud-Architekturen und, wie zu zeigen sein wird, auch für die IP-Netze selbst, eine derart wichtige Rolle, dass diesem Thema ein eigenes Kapitel gewidmet ist.

■ *Kapitel 12:*

Kaum ein Thema bewegt die Gemüter der Benutzer derart wie die Sicherheit. Was bedeuten die Begriffe „Sicherheit, Gefahr und Risiko“? Wie steht es um die Aspekte Vertraulichkeit, Integrität und Verfügbarkeit im VoIP-Umfeld? Das sind die zentralen Fragen dieses Kapitels.

■ *Kapitel 13:*

„Voice over IP – aber mit Sicherheit“ – diese These vertreten die Autoren bereits in vielen Präsentationen und Publikationen. JA – VoIP wird die klassischen Telekommunikationsdienste immer mehr verdrängen. Und ein weiteres JA – VoIP stellt ganz neue und wesentlich komplexere Herausforderungen bezüglich der Sicherheit für die Kommunikation dar.

■ *Kapitel 14:*

Die Nutzer und Anwender von VoIP erwarten zu Recht höchste Zuverlässigkeit, also eine störungsfreie Verfügbarkeit der VoIP-Systeme und -Anwendungen. Genau das sicherzustellen, ist Aufgabe der Betriebsprozesse und des Betriebspersonals für die VoIP-Umgebung. In diesem Kapitel ist nachzulesen, was es mit Begriffen wie Zuverlässigkeit und Abkürzungen wie MTBF (Mean operating Time Between Failure) auf sich hat.

■ *Kapitel 15:*

Kein System läuft fehler- oder störungsfrei. Die Komponenten unterliegen dem Verschleiß und das Einsatzumfeld verändert sich ständig. Nicht zuletzt sorgen unerfahrene oder schlecht qualifizierte Anwender immer wieder mal für vermeintliche Fehler. Die Suche und die Beseitigung von Fehlern und Störungen im VoIP-Umfeld sind die Schwerpunkte dieses Kapitels.

■ *Kapitel 16:*

„Vorbeugen ist besser als heilen“: eine alte Volksweisheit, die auch im VoIP-Umfeld ihre komplette Bedeutung behält. Die VoIP-Analyse kann ein Mittel zur Fehlersuche sein, viel wichtiger ist sie für die Planung und die Konzeption von neuen VoIP-Implementierungen sowie für deren spätere Erweiterung. In diesem Kapitel werden verschiedene Werkzeuge und Vorgehensweisen für VoIP-Analysen beschrieben.

An vielen Stellen enthält das Buch deutlich markierte Praxistipps sowie sehr anschauliche, praxisbezogene Situationsberichte und kleine „Geschichten, die das Leben schrieb“. Genau diese Praxistipps unterscheiden das vorliegende Buch von einem reinen Fach- oder Lehrbuch. Damit eröffnet sich dem Leser die Möglichkeit, das Gelesene Revue passieren zu lassen oder sich durch Nachschlagen einen Kompaktüberblick über einzelne Kapitel zu verschaffen.

VoIP wird von Menschen gemacht

Mit diesem Buch wenden wir uns an alle, die sich mit dem Thema VoIP beschäftigen wollen, müssen oder sollen, angefangen vom Anwender über den Berater bis hin zum Betreiber und Administrator. In den vielen Jahren des Umgangs mit VoIP in der Praxis gerieten wir immer wieder in Situationen, in denen theoretisches Wissen alleine nicht ausreichte, um die anstehenden Probleme zu lösen. Albert Einstein sagte: *„Wir können die Probleme nicht mit denselben Gedanken lösen, mit denen wir sie geschaffen haben.“* Es bedarf einer gehörigen Portion praktischer Expertise, Kreativität sowie Verständnis für die wahren Bedürfnisse der Anwender und Wissen bezüglich der Anforderungen aus den Geschäftsprozessen, um VoIP-Umgebungen effizient, effektiv und ökologisch sinnvoll nutzen und betreiben zu können. Die vielen in diesem Buch aufgeschriebenen praktischen Erfahrungen beziehen wir aus unzähligen erfolgreich umgesetzten VoIP-Implementierungen in den verschiedensten Anwendungsbereichen der Wirtschaft und der öffentlichen Hand sowie einer Vielzahl von Präsentationen und Publikationen. Diese Ausgangsbasis wird hoffentlich dafür sorgen, dass das vorliegende Buch allen jenen dient, die sich mit dem praktischen Einsatz von VoIP beschäftigen.

Ihr

Dr. Jörg Fischer und Christian Sailer

Danke ...

... sagt Jörg Fischer:

Danke sage ich insbesondere zu meiner Frau Manuela und meiner Tochter Jenny, die mich beim stundenlangen Schreiben dieses Buchs liebevoll motivierten und mir durch ihr Verständnis dafür, dass ich einen großen Teil der sonst gemeinsam genutzten Freizeit dem Buch widmete, die nötige Kraft und den Rückhalt gaben. Mein Dank gebührt ebenso den vielen Freunden und Kollegen, die mir durch ihre direkte und indirekte Unterstützung halfen, das Buch in der vorliegenden Form zu schreiben und zu gestalten. Ohne den passenden Verlag mit verständnisvollen Redakteuren wäre ein Buch wie dieses niemals entstanden. Daher gilt mein besonderer Dank dem Carl Hanser Verlag für dessen Hilfe bei der Umsetzung eines herausfordernden Buchprojekts.

... sagt Christian Sailer:

„Leider läßt sich eine wahrhafte Dankbarkeit mit Worten nicht ausdrücken.“ (Johann Wolfgang von Goethe, 1749 - 1832). Trotzdem möchte ich es in den folgenden wenigen Zeilen versuchen. Mein Dank gebührt meiner lieben Frau Anja und meinem Sohn Lennart, die mir stets die nötige Unterstützung und den Rückhalt gegeben haben. Ohne die häufigen *Zeitspenden* wäre ein derart umfangreiches Werk nicht möglich gewesen. Danke für Euer Verständnis! Danke an Jörg, der mir die Möglichkeit gab, diese 2. Auflage als Koautor mit zu schreiben und zu bereichern. Zudem schließe ich mich dem oben ausgesprochenen Dank an den Carl Hanser Verlag an.

1

Einleitung

■ 1.1 Telefonie im Sinne dieses Buchs

Bereits im Vorwort wurde andeutungsweise die Breite des Spektrums und vor allem die Themenvielfalt von VoIP deutlich. VoIP bedeutet deutlich mehr als „nur“ Sprache über das IP-Netz. VoIP ist der Urvater der multimedialen und mobilen IP-Kommunikation. Gerade wegen der enormen Fülle und Weitläufigkeit des Themas bedarf es einiger klarer Definitionen und in gewisser Weise auch einer Abgrenzung, da sich sonst Bände darüber schreiben ließen.

Im Sinne dieses Buchs wird dann von „Telefonie“ gesprochen, wenn die Verbindung zwischen Sender und Empfänger über eine Steuer- und Vermittlungsinstanz eingeleitet wurde. Eine Vermittlungsinstanz – früher war dies das „Fräulein vom Amt“, heutzutage sind es je nach Anwendungsgebiet entsprechend ausgelegte Rechner mit einem Betriebssystem bzw. einer Virtualisierungsplattform und einer Steuer- und Vermittlungssoftware. Der direkt aufgebaute und gesteuerte Austausch von Sprache über ein Datennetz, z. B. zwischen zwei Computern, Smartphones oder Tablets über das Internet, ist keine Telefonie im eigentlichen Sinne, sondern eher eine Art „Wechselsprechen“.

Wenn man sich mit dem Thema VoIP beschäftigt und beabsichtigt, eine VoIP-Lösung zu implementieren, stellt sich zunächst die wesentliche Frage: „Was bringt es dem Benutzer, die Sprache über IP anstatt wie bisher über klassische Telekommunikationstechnik zu übertragen?“ Daraus ergeben sich meist automatisch weitere Fragen, wie etwa: „Rechnet sich das überhaupt?“, „Welche Voraussetzungen müssen geschaffen werden?“, „Wie erreicht man Benutzerakzeptanz?“ usw. All diese Fragen sind mehr als begründet und jeder, der sich ernsthaft mit der Planung, dem Design, der Implementierung und dem Betrieb von VoIP-Lösungen befasst, sollte versuchen, klare und für den Benutzer verständliche Antworten zu finden. In diesem einleitenden Abschnitt diskutieren wir einige der oben gestellten Fragen und vermitteln Ihnen Ideen, in welche Richtungen man bei der Suche nach Antworten schauen kann. Am Anfang stehen sicher die Fragen: „Was ist Sprache und warum ist der Umgang mit ihr so komplex?“

■ 1.2 Das Phänomen der menschlichen Sprache

Woher kommt VoIP und was hat das mit Telefonie zu tun? Die menschliche Sprache ist unsere Hauptkommunikationsmethode. Mittels der Sprache tauschen die Menschen, als Sender und Empfänger, eine Vielzahl von Informationen aus. Dieser Informationsaustausch umfasst ein breites Spektrum an Teilinformationen. Natürlich sind es in erster Linie die eigentlichen Inhalte des Gesprochenen. Fachsprachlich wird der Inhalt als „Content“ bezeichnet. Weitere wesentliche Bestandteile der menschlichen Sprache sind die subjektiven und emotionalen Informationen. Genau sie machen unsere Sprache so individuell.

1.2.1 Am Anfang steht die Signalisierung

Bereits die „Einleitung“ der Kommunikation, d. h. die Signalisierung des Kommunikationsbedürfnisses eines Menschen (Sender) zu einem anderen, der die Sprache empfangen soll (Empfänger), ist komplex und bedarf einer Reihe von Voraussetzungen. Hier einige lebensnahe Beispiele: In der Schule muss man sich melden, bevor man mit dem Lehrer sprechen kann. In der Liebe ist es oft ein Blickkontakt, der das Kommunikationsbedürfnis signalisiert. Und wenn wichtige Regeln zwischenmenschlicher Kommunikation in der Weise missachtet werden, dass zum Beispiel alle gleichzeitig sprechen, ist eine sinnvolle Kommunikation schier unmöglich. Im Normalfall bilden die Art und Weise der Signalisierung und der übertragene Inhalt der Sprache eine Einheit. Der Übermittlung positiver Informationen geht meist eine freundlichere Signalisierung voraus als bei negativen Nachrichten.

1.2.2 Sprechen sie dieselbe Sprache?

Nach der erfolgreichen Signalisierung gilt es schon gleich die nächsten Kommunikationshindernisse zu überwinden. Die Kommunikation funktioniert nur dann, wenn Sender und Empfänger dieselbe Verständigungs- und Kommunikationsform benutzen. Anderenfalls verstehen sie den Inhalt der übertragenen Informationen nicht. Die Verständigungsformen können sich in folgenden Aspekten wesentlich voneinander unterscheiden: Beide gebrauchen eine andere Landessprache, einen anderen Dialekt oder eine andere Bedeutung, d. h., sie haben ein anderes Verständnis der übertragenen Inhalte. Die einzige Chance, dennoch eine erfolgreiche Kommunikation stattfinden zu lassen, besteht darin, sich auf einen von beiden Seiten bereitgestellten und somit verwendbaren Funktionsumfang der Sprache zu einigen.

1.2.3 Gut gebrüllt, „Löwe“!

Wirklich verstehen müssen sich beide damit noch lange nicht, denn wenn z. B. der Sender undeutlich, zu leise oder zu laut spricht, hat der Empfänger ein Problem. Die Lautstärke, insbesondere die Lautstärkeschwankungen während der gesamten Kommunikation sind die wesentlichen Übermittler des emotionalen Anteils der Sprache. Die Abstimmung der Lautstärke auf ein beiderseits akzeptables Maß stellt, abgesehen von emotional belasteten Sonderfällen, in der normalen Kommunikation kein Problem dar.

Eng mit der Lautstärke verbunden ist der Klang der Sprache. Höhere Töne klingen oft „klein und lieblich“, tiefere hingegen eher „mächtig und bedrohlich“. Den Klang der Sprache zu verändern, ist hingegen deutlich aufwendiger. Klang und Lautstärke stehen oftmals in einem sehr engen Zusammenhang mit dem Inhalt der übertragenen Informationen. Aus beiden Aspekten geht im täglichen Leben sehr stark die emotionale Lage der miteinander Kommunizierenden hervor.

Wir nutzen für die Übertragung der menschlichen Sprache vorrangig die uns umgebende Luft. Die Luft als Übertragungsmedium für die menschliche Sprache bringt eine ganze Reihe von Faktoren mit sich, welche die Güte und die Qualität der übermittelten Sprache mehr oder weniger stark beeinflussen. Die Haupteinschränkung ist die Entfernung. Egal, wie hoch man die zum Senden verwendete Lautstärke regelt – ab einer gewissen Entfernung ist der Empfänger nicht mehr in der Lage, die gesendeten Informationen aufzunehmen. Die Dämpfung der Schallwellen in der Luft ist frequenzabhängig. Bei hohen Tönen ist sie sehr stark, bei tiefen Tönen geringer.

Je geringer die funktionale und charakterliche Überdeckung der von beiden Seiten benutzten Kommunikationseigenschaften ist, desto geringer ist folglich die Übereinstimmung der gesendeten und empfangenen Informationen. Viele Leser erinnern sich bestimmt an das beliebte Kinderspiel „Stille Post“. Der erste Spieler flüsterte dem nächsten etwas ins Ohr. Dabei dürfen die anderen Spieler nicht mitbekommen, was geflüstert wurde, sonst hat der flüsternde Spieler verloren. So setzt sich die Reihe fort. Jeder Spieler bemüht sich, die Information so gut wie möglich weiterzugeben und dennoch streng darauf zu achten, dass kein anderer Spieler mithört. Der letzte Spieler muss dann laut sagen, was er als Letztes übermittelt bekam. Nur in den seltensten Fällen hat die Post am Ende noch etwas mit der Nachricht zu tun, die der erste Spieler versandt hatte.

Wir Menschen haben im Laufe der Zeit gelernt, mit all diesen verschiedenen Kommunikationseigenschaften der menschlichen Sprache trefflich umzugehen, und können sie entsprechend den Gegebenheiten und Anforderungen einsetzen und nutzen.



PRAXISTIPP: Das Wissen um die vielen Facetten und Charakteristiken der menschlichen Sprache ist eine unabdingbare Voraussetzung, um sich erfolgreich mit der praktischen Umsetzung einer derart sensiblen Kommunikationsform in IP-Netzen zu beschäftigen. Nur wenn es gelingt, diese Individualität der Sprache auch bei VoIP zu erhalten, werden die Benutzer diese neue, hilfreiche, sinnvolle und moderne Technologie akzeptieren.

■ 1.3 „Echtzeit“-Kommunikation

Das Internet, die dahinterliegenden Protokolle und Technologien eröffnen immer vielfältigere, immer effizientere, effektivere und komfortablere Möglichkeiten zum Informationsaustausch. Der Grund dafür sind die ständig besser werdenden Kommunikationslösungen und -anwendungen. An fast jedem Ort und zu beinahe jeder Zeit können sich die Menschen von irgendwoher die nötigen Informationen beschaffen und ihrerseits Informationen fast überall hin weitergeben. Der moderne Geschäftsalltag lebt von schneller Informationsbeschaffung und -weitergabe. Aus diesem Grund spricht man in der modernen Kommunikationsbranche gerne von der sogenannten Realtime Communication – der Kommunikation in „Echtzeit“ also. Doch was bedeutet „in Echtzeit kommunizieren“? Und ist es wirklich so, dass die Benutzer immer erwarten, in „Echtzeit“ zu kommunizieren? Kann die Zeit überhaupt echt sein? Etwas kann zu einem bestimmten Zeitpunkt – sozusagen „zur richtigen Zeit“ – geschehen. Manche Dinge können, sollten oder müssen in einem gewissen Zeitraum, also „im Verlauf einer gewissen Zeitspanne“ stattfinden. Vielleicht lässt sich der Begriff Echtzeit am besten mit dem in der Umgangssprache sehr gerne benutzten Ausdruck „Mensch, das wird ja echt Zeit“ definieren.

Die meisten Menschen verstehen unter Echtzeit, dass etwas in einer von ihnen akzeptierten Zeitspanne erfolgt. Daher ist die menschliche Sprache definitiv eine *Echtzeitanwendung*, denn der Empfänger erwartet vom Sender die Übertragung der Worte in einem bestimmten Zeitraum. Wie gewöhnungsabhängig und -bedürftig die Sprache insbesondere in diesem Punkt ist, zeigt sich immer dann, wenn deutlich unterschiedliche Sprachgeschwindigkeiten aufeinandertreffen. Ein Blick zu unseren europäischen Nachbarn soll diesen Punkt veranschaulichen. In den südlichen Ländern, wie Italien und Spanien, spricht man sehr schnell, in den Bergländern, wie der Schweiz, eher langsam. Beides ist für das Gehör und das Sprachgefühl eines deutschsprachigen Menschen gewöhnungsbedürftig.

Zweifelsohne unterscheiden sich viele Kommunikationsformen in ihrer Synchronizität. Sie stellen klare Anforderungen an das Antwortverhalten. So erwartet der Sender bei der Zugangskontrolle eine unmittelbare Antwort vom Empfänger, wenn jemand die Anfrage nach einer Zugangsberechtigung stellt. Der Benutzer erwartet eine schnellstmögliche Antwort und am besten gleich eine Freigabe des Zugangs.

Bei der E-Mail hingegen ist das erwartete Antwortverhalten deutlich unterschiedlich. Der Absender erwartet zwar in der Regel ebenfalls eine Antwort, doch muss diese nicht sofort gegeben werden. Leider hat sich in letzter Zeit bei vielen Anwendern gerade in diesem Punkt das Verständnis hinsichtlich des Kommunikations- und Antwortverhaltens von E-Mail deutlich gewandelt. Auf eine E-Mail muss man sofort antworten – NEIN. E-Mail ist eindeutig ein asynchrones Kommunikationswerkzeug. Wer eine sofortige Antwort benötigt, sollte besser das Telefon benutzen. Oder er sollte „chatten“ bzw. „Instant Messaging“ verwenden. Letzteres setzt sich in der modernen IP-Kommunikationswelt immer mehr durch und hat bereits im privaten Umfeld, über diverse Messenger-Dienste, Einzug gehalten.



HINWEIS: Mit diesen Gedanken im Hintergrund soll der Begriff „Echtzeit“ in folgender Weise definiert werden: Bei Echtzeit-Kommunikation geht es um die Absicherung des Informationsaustauschs zu einem definierten Zeitpunkt und in einem konkreten Zeitrahmen, den der Benutzer als akzeptabel betrachtet. Ist also die Rede von Technologien für „Realtime Communications“, handelt es sich um kein Zauberwerk. Diese Technologien stellen Funktionen zur Verfügung, mit deren Hilfe der Benutzer in einer für ihn akzeptablen Weise kommunizieren kann – nicht mehr, aber auch nicht weniger.

■ 1.4 Fernmeldetechnik – gestern und heute

Die Herausforderung besteht darin, alle diese Eigenschaften auch dann zu erhalten, wenn die Sprache nicht auf natürlichem Wege durch die Luft, sondern mittels technischer und technologischer Hilfsmittel über andere Kommunikationsmedien, wie Drähte und Leitungen, übertragen wird. Die ersten diesbezüglichen Versuche stammen aus dem 17. Jahrhundert und werden übrigens noch heute eingesetzt – die Sprachrohre auf Schiffen. Vor allem, um das Problem der Entfernung zu lösen, ersannen kluge Köpfe Möglichkeiten, die Sprache so umzuwandeln, dass sie sich mittels anderer Übertragungsmedien über weite Entfernungen übertragen lässt.

1.4.1 Wer war der Erfinder der Telefonie?

Es gab nicht DEN Erfinder und schon gar nicht DER Telefonie. Vielmehr waren es viele sehr interessante und erwähnenswerte Menschen – Forscher und „Genies“, die dazu beitrugen, dass die Benutzer von heute auf eine so komfortable Art und Weise miteinander kommunizieren können. Als da waren:

- *Samuel Finley Morse*, der Erfinder des nach ihm benannten Morsealphabets und des Morsetelegraphen.
- *Emil Berliner* erfand und patentierte das Mikrofon. Ohne dieses Teil dürfte es um die Telefonie im wahrsten Sinne des Wortes ziemlich ruhig sein. Er verkaufte dieses Patent an die „BELL TELEPHONE COMPANY“.
- *Charles Bourseu* hielt Mitte des 18. Jahrhunderts Vorträge über Technologien zur Sprachübertragung unter Benutzung elektronischer Hilfsmittel.
- *Philipp Reis*, *Elisha Gray*, *Alexander Graham Bell*, um nur einige zu nennen, entwickelten und bauten die ersten Telefonapparate. Der Letztgenannte brachte das Gerät zur Markteinführung.

Anfangs in den Städten, dann kreuz und quer durchs ganze Land, wurden und werden heute noch Telefondrähte zuerst gespannt und später in der Erde verlegt. Diese Drähte verliefen von den Endabnehmern mehr oder weniger direkt zu einem zentralen Punkt – der

„Vermittlung“. Hier saß das „Fräulein vom Amt“, das die Kommunikationswünsche des Senders entgegennahm, den passenden Draht zum Empfänger suchte und dann beide mittels Steckverbindungen zusammenfügte. Aus dieser Zeit stammt wahrscheinlich auch der Spruch: „Sie finden einen Draht zueinander.“



PRAXISTIPP: Am besten lässt man sich auf diese Diskussion nicht ein und antwortet einfach: „Die Telefonie macht erfinderisch und bietet uns Benutzern eine Vielzahl von Entwicklungsmöglichkeiten für die Zukunft.“ So etwas nenne ich echten Forscherdrang.

1.4.2 Alles hat seinen Preis

Natürlich war das Fernsprechen damals, genau wie heute, nicht kostenlos ... aber es war, ähnlich wie heute – pauschal. Die in Mode gekommenen „Flatrates“ sind also keine „Erfindung“ der modernen Telefonie, sondern etwas, das es schon vor über 100 Jahren gab. Damals kostete beispielsweise ein Telefonanschluss 200 Reichsmark pro Jahr. Dafür konnte der Teilnehmer so oft und so lange er wollte fernsprechen. Dieser Preis galt allerdings nur bis zu einer Länge der Telefonanschlussleitung von 2 km bis zur Vermittlung. Jeder weitere Längenkilometer kostete 50 Reichsmark im Jahr mehr. Viele der Leser werden sich gewiss noch an die Zeit erinnern, als der Preis eines Ferngesprächs von der Distanz zwischen Sender und Empfänger abhing. Das ist nicht allzu lange her, gehört aber definitiv bei Inlandsgesprächen der Vergangenheit an.



PRAXISTIPP: Auch Pauschalpreismodelle sind nicht umsonst. Sie ersparen dem Netz- bzw. dem Dienstanbieter die sekundengenaue Be- und Abrechnung der Vermittlungsgebühren oder das aufwendige Messen der verbrauchten Bandbreite. Dennoch sei jedem geraten, eine genaue Analyse und Bewertung durchzuführen, ob und inwieweit sich speziell für ihn solche Pauschalpreismodelle rechnen.

1.4.3 Telefonie wird zur Privatsache

Damals hatte die Post das eindeutige Monopol auf das Fernmelde- und Fernsprechwesen. Kurz nach dem ersten Weltkrieg begann die Wirtschaft zu blühen und insofern auch das Bedürfnis, besser und schneller fernsprechend miteinander zu kommunizieren. Das „Fräulein vom Amt“ wurde zunehmend zu einer „Kommunikationsbremse“. So war es neben anderen Unternehmen der Großindustrie vor allem die Firma Thyssen, die das Ende des „Vermittlungsmonopols“ der Post forderte und darauf drängte, sich für ihre firmeninternen Fernsprechanforderungen eine eigene Vermittlungseinrichtung einrichten zu können. Das könnte man durchaus als die Geburtsstunde der Telefonanlage, der sogenannten PBX (Private Branche eXchange), bezeichnen.

Im Verlaufe der letzten 70 – 80 Jahre hat sich das Aussehen der Telefonanlagen ständig verändert, die Funktionalitäten und die Leistungsstärke haben sich in teilweise rasantem Tempo erhöht. Es gab markante Wandel in der Telekommunikationstechnologie, wie z. B. der von der analogen zur digitalen Telefonie – die Einführung von ISDN (Integrated Services Digital Network). Nun steht uns wieder ein Wandel der Technologien bevor. Das Zeitalter von VoIP und der IP-Telefonie hat bereits vor mehreren Jahren begonnen und es schreitet mit Riesenschritten voran. Viele Netzbetreiber (Carrier) haben seit längerem das klare AUS für die klassischen ISDN-Anschlüsse verkündet und ersetzen diese durch komplette IP-Anschlüsse – alles wird zu IP.



HINWEIS: Das Zeitalter der klassischen Fernmeldetechnik geht zu Ende. Sicher wird es angesichts der vorhandenen Infrastrukturen noch eine ganze Weile analoge und digitale Kommunikationsdienste und -technologien geben. Die Netzbetreiber in Deutschland verfolgen eine eindeutige Strategie namens *All-IP*. Das Ziel ist es, die Kommunikationsnetze vollständig auf IP umzustellen. Dennoch sind reine VoIP-Implementierungen, die diese Bezeichnung verdienen – d. h. Installationen ganz ohne klassische Telekommunikationsanwendungen – vor allem bei größeren Installationen in der Praxis noch selten. Dort werden weiterhin gerne die hybriden VoIP-Systeme implementiert. Diese Systeme unterstützen natürlich VoIP im vollen Umfang, bieten aber zusätzlich weiterhin eine Möglichkeit der Realisierung der bis dato eingesetzten klassischen analogen und digitalen Kommunikationsdienste. Der Trend zu virtualisierten Systemen und zur Zentralisierung von Kommunikationsdiensten im Rechenzentrum – also zu Cloud-Technologien – ist deutlich erkennbar.

■ 1.5 Thesen zu VoIP – worum geht es den Benutzern?

Die Entwicklung der VoIP-Technologien wird, wie vorher beschrieben, eindeutig durch die Anforderungen des Benutzers bzw. des Anwenders bestimmt und getrieben. Doch was sind deren Anforderungen? Was erwarten und brauchen sie? Welche Aspekte, Argumente und Fakten sind ihnen besonders wichtig?

1.5.1 THESE 1: Effektivität (Zeit) und Effizienz (Geld)

Im Wesentlichen interessieren und begeistern die Benutzer nur drei Dinge:

- **Geld verdienen** – auf das eigentliche Geschäft fokussieren.
 - Die Benutzer wollen und können sich nicht darum kümmern, ob, wie und wodurch die genutzten Kommunikationstechnologien funktionieren. Sie wollen einfach nur Benutzer und Anwender sein.