



Leseprobe

Jörg Fischer, Christian Sailer

VoIP Praxisleitfaden

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

ISBN (Buch): 978-3-446-44491-1

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

Weitere Informationen oder Bestellungen unter

<http://www.hanser-fachbuch.de/978-3-446-44491-1>

sowie im Buchhandel.

# Inhalt

<b>Vorwort</b> .....	<b>XVII</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>1</b>
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
<b>2</b>	<b>Infrastrukturen im VoIP-Umfeld .....</b>	<b>43</b>
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	Auflegetechnik .....	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
<b>3</b>	<b>Netze, QoS, Pakete und Bandbreite .....</b>	<b>89</b>
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
<b>4</b>	<b>Nummern, Adressen und Namen .....</b>	<b>141</b>
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
<b>5</b>	<b>Protokolle und Dienste für VoIP .....</b>	<b>171</b>
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
<b>6</b>	<b>Leistungsmerkmale .....</b>	<b>219</b>
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
<b>7</b>	<b>Ports, Kanäle und Bündel .....</b>	<b>259</b>
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

<b>8</b>	<b>Applikationen im VoIP-Umfeld</b>	<b>267</b>
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
<b>11</b>	<b>Managementsysteme für VoIP .....</b>	<b>371</b>
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
<b>12</b>	<b>Sicherheit, Gefahren, Risiken .....</b>	<b>399</b>
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
<b>13</b>	<b>VoIP – aber mit Sicherheit</b>	<b>417</b>
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

<b>14</b>	<b>Betrieb und Zuverlässigkeit</b>	<b>435</b>
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
<b>15</b>	<b>Fehler- und Störungsbeseitigung</b>	<b>447</b>
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
<b>16</b>	<b>VoIP-Analyse</b>	<b>471</b>
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

<b>Verzeichnis der Abkürzungen .....</b>	<b>501</b>
--	------------

<b>Literatur .....</b>	<b>513</b>
------------------------	------------

<b>Index .....</b>	<b>515</b>
--------------------	------------

# 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](mailto:DrJFischer@gmx.de) und Christian Sailer unter [info@christiansailer.de](mailto: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.

- Dafür benötigen sie komfortablere und effektivere Kommunikationsmöglichkeiten, für bessere Erreichbarkeit, mehr Mobilität und Flexibilität.
- **Geld sparen** – bei dem, was und wie man es tut.
  - Besonders durch die Einsparung von Zeit. Benutzer wollen auf die für sie notwendigen Informationen dort und zu dem Zeitpunkt Zugriff haben, wo sie sich gerade befinden.
  - Deutliche Reduktion der Aufwendungen zur Erhaltung der Datenkonsistenz, z. B. Kontaktdatenbanken und Kalender nur noch an einer Stelle pflegen.
  - Einsparung von Betriebskosten durch die Standardisierung von Kommunikationsdiensten, z. B. die Einführung von geschäftsprozessorientierten Profilen für die Kommunikationsdienste (Business Profiled Communication Services).
  - Mehr Kostensensibilität, -transparenz und -verständnis.
  - Effizienterer Betrieb durch Abstraktion von der Hardware ein Einsatz von Virtualisierungstechnologien.
  - Bessere Ausnutzung der Einsparpotenziale in den Vermittlungs-, Netzbereitstellungs- und Anschlusskosten.
  - Effizientere Verwaltung der genutzten Kommunikationslösungen durch Zentralisierung des Systemmanagements, der Kommunikationsapplikationen und der Dienstleistungen.
- **Geld finden** – mit dem, was man mehr, besser oder neu tun kann.
  - Neue oder attraktivere Dienstleistungen für die Kunden bereitstellen.
  - Neue Geschäftsfelder erschließen.
  - Das Unternehmen besser im Wettbewerb positionieren, z. B. weil man für den Kunden besser erreichbar ist.
  - Dem Wettbewerber durch innovative Dienste einen Schritt im Voraus sein.



**PRAXISTIPP:** Wenn man den Benutzern eindeutig nachweist, dass sie mittels moderner Kommunikationstechnologien in der Lage sind, besser, einfacher oder komfortabler Geld zu verdienen, zu sparen und zu finden, ist der wesentliche Grundstein für die Einführung und die erfolgreiche praktische Nutzung von VoIP gelegt.

### 1.5.2 THESE 2: die fünf „S“ der Benutzererwartungen

- **S – icherheit:** Das bedeutet höchste Vertraulichkeit, Integrität und Verfügbarkeit. Steht das VoIP-System oder eine seiner Komponenten nicht zur Verfügung, sind Dinge wie Funktionalitäten, Bedienkomfort usw. sehr schnell obsolet. Diesen Themen sind die Kapitel 12 („Sicherheit, Gefahren, Risiken“) und Kapitel 13 („VoIP – aber mit Sicherheit“) gewidmet.
- **S – kalierbarkeit** und bestmögliche Flexibilität: insbesondere im Sinne der zunehmenden Zentralisierung von Kommunikationsdiensten und Cloud. Beide Punkte bestimmen

maßgeblich die Inhalte und Aspekte der Kapitel 9 („Klassische VoIP-Architekturen“) und 10 („VoIP-Cloudmodelle“).

- **S – Standardkonformität:** weitestgehende Offenheit und Interoperabilität auf allen Ebenen, angefangen von der Physik des Übertragungswegs bis hin zur Bedieneroberfläche der Kommunikationsanwendungen.
- **S – Service:** wirtschaftlicher Betrieb und Nutzbarkeit sowie einfache Bedienbarkeit. Erst im Betrieb wird sich zeigen, ob ein VoIP-System in der Lage ist, die sich ständig wandelnden Anforderungen der Benutzer zu erfüllen. Der Service spielt dabei eine immens große Rolle. Beginnend bei Dingen wie Planung und Beratung, über Implementierung, Dokumentation bis zu Wartung, Pflege und Erweiterung gibt es ein breites Spektrum an Dienstleistungen und Servicemodellen, die für den erfolgreichen, effektiven und effizienten Einsatz von VoIP unabdingbar sind. Die hier rein begrifflich angeschnittenen Themen finden sich in den Kapiteln 10 („VoIP-Cloudmodelle“) und 14 („Betrieb und Zuverlässigkeit“) wieder.
- **S – IP** (etwas doppelzünftig, denn die Kommunikationstechnologie geht natürlich klar in Richtung IP und zudem eindeutig in Richtung SIP): DAS Signalisierungs- und Steuerprotokoll im VoIP-Umfeld. SIP ist eines der Hauptthemen des Kapitels 5 („Protokolle und Dienste für VoIP“).



**PRAXISTIPP:** Wenn man sich ernsthaft mit der praktischen Einführung und Nutzung von VoIP beschäftigt, muss man die Wichtigkeit der in der zweiten These beschriebenen fünf großen „S“ im VoIP-Umfeld kennen, beachten und für sich adaptieren. Natürlich kann die Reihen- und Rangfolge der beschriebenen Benutzeranforderungen von Projekt zu Projekt durchaus differieren.

### 1.5.3 THESE 3: Profile für Prozesse, Dienste und Benutzer

Die Vielfalt der Anforderungen und Bedürfnisse hinsichtlich der Kommunikationsdienste ist nur noch mittels Profilbildungen effizient und effektiv zu realisieren. Einerseits erfolgt die Profilbildung nach den Geschäftsprozessen, in denen die Benutzer tätig sind. Andererseits werden die zur Verfügung stehenden Kommunikationsdienste in Profile eingeordnet. Insgesamt bedeutet das eine strukturierte Zuordnung der Anwender zu geschäftsprozessorientierten Profilen von Kommunikationsdiensten (Business Profiled Communication Services). Das Ziel besteht darin, den Benutzern genau jene Kommunikationsdienste zur Verfügung zu stellen, die sie für die effiziente und effektive Erfüllung ihrer Geschäftsaufgaben benötigen. Wie aus Abbildung 1.1 ersichtlich wird, besteht das Modell aus drei wesentlichen Komponenten:

- Geschäftsprofile für die jeweiligen Mitarbeitergruppen,
- Profile für die verschiedenen Kommunikationsdienste,
- die Kommunikationsfunktionen innerhalb der jeweiligen Kommunikationsdienste.

Geschäftsprofil	Kommunikationsprofil	Mobilität	Unified Communications	Sicherheit	Telefonie
	CxOs, Management	Blue Tooth	Kollaboration	Authentisierung	Basisfunktionen
	Außendienst Vertrieb	Free Seating	Video-konferenz	Verschlüsselung	Businessfunktionen
	Außendienst Service	WLAN	Sprach-konferenz	Verfügbarkeit	Chef/Sekr.-funktionen
	Campus Arbeiter	DECT	Präsenz-information		...
	Team Arbeiter	GSM	Unified Messaging	...	Call Center
	Empfang	LTE	Datei-Sharing		...
	Büro Arbeiter		Screen Sharing		...

**Abbildung 1.1** Muster für geschäftsprozessorientierte Profile von Kommunikationsdiensten

Das sind in der einen Ebene die strukturierten Profile der Geschäftsprozesse selbst, so dass man diesen Prozessen die entsprechenden Anwender bzw. Benutzer zuordnen kann. Diese Unterteilung kann anfangs feingliedriger sein, sie wird sich in den meisten Fällen im Ergebnis der Analyse wieder konsolidieren. Bei vielen praktischen Untersuchungen und Profilanalysen in unterschiedlichen Branchen traten mindestens die folgenden Profilierungen immer wieder zum Vorschein:

- das Profil für leitende Angestellte – die CxOs,
- vertrieblich tätige Außendienste – Verkäufer im Außendienst,
- technisches Außendienstpersonal – Vor-Ort-Servicetechniker,
- auf dem gesamten Unternehmensgelände tätiges Personal,
- Teamarbeiter oder die sogenannten *knowledge worker* mit notwendiger gegenseitiger Ersetzbarkeit und Vertretung,
- Personal im sogenannten „Front Office“-Bereich, die klassischen Callcenter; Serviceabteilungen im internen Verkauf,
- „Back Office“-Personal, also Benutzer, die häufig ihren Arbeitsplatz an ein und derselben Stelle haben, meistens im selben Büro.

Wenn man konstatiert, dass unterschiedliche Geschäftsprozessprofile bezüglich ihrer Profile von Kommunikationsdiensten letztendlich funktional absolut identische Anforderungen stellen, kann es sinnvoll sein, die anfängliche Struktur zu glätten.

In der zweiten Ebene stehen die Profile der Kommunikationsdienste. In der Praxis bewährte sich eine funktionale Untergliederung in folgende Bereiche:

- klassische Telefoniedienste, wie Sammel- und andere Gruppenfunktionen, Basis- bzw. Businessfunktionen usw.;
- Sonderkommunikationsdienste, wie Vermittlungen, Chef/Sekretär usw.;

- Kommunikationsanwendungen, wie Kollaboration, Konferenz, Präsenz, E-Mail usw.;
- Mobilitätsdienste, wie DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunications), GSM (Global System for Mobile Communication), LTE (Long Term Evolution), WLAN (Wireless Local Area Network) usw.;
- Sicherheitsfunktionen und -dienste, wie Authentisierung, Verschlüsselung usw.



**PRAXISTIPP:** Eine Unterteilung nach zu benutzenden Endgeräten und Komponenten erwies sich in der Praxis als wenig hilfreich, denn zum einen sollten insbesondere die Kommunikationsanwendungen möglichst endgeräteunabhängig sein und zum anderen leben wir im Zeitalter der Konvergenz, was wiederum die Verwendbarkeit ein und desselben Endgeräts für unterschiedliche Kommunikationsdienste bedeutet. Also muss man sinnvoller- und notwendigerweise eine Profilierung der Prozesse und Dienste durchführen.

Was haben die Anwender und Benutzer davon? Was hat der Produzent der Kommunikationsdienste davon? Und letztlich: Was hat ein Technologiehersteller und -lieferant davon? Die Antworten auf solche und weitere Fragen gibt Kapitel 8 („Applikationen im VoIP-Umfeld“).

#### 1.5.4 THESE 4: intelligente Büroumgebungen

Jedem Benutzer müssen genau die Informationen und Kommunikationsmöglichkeiten zur Verfügung stehen, mit denen er seinen Arbeitsablauf effektiv gestalten kann und die seinen individuellen Gewohnheiten entsprechen. Genau das bieten intelligente Büroumgebungen. Intelligent vor allem deswegen, damit sich jeder Anwender seine Kommunikationsumgebung so einstellen kann, wie sie für ihn persönlich am besten passt. Das Ganze allerdings, ohne dass er damit gegen die unternehmensinternen Richtlinien für die Gestaltung, die Konfiguration und die Organisation der Arbeitsplatzumgebungen verstößt bzw. verstoßen kann. Das Stichwort heißt „Attraktivität als Arbeitgeber“. Ein klarer strategischer Geschäftsvorteil für jedes moderne Unternehmen. Selbstadministration hat mehrere positive Aspekte und Auswirkungen:

- Die Anwender fühlen sich wohler.
- Sie besitzen mehr Einfluss auf ihre eigene individuelle Arbeitsplatzgestaltung.
- Die Administratoren erfahren eine deutliche Entlastung von individuellen Sonderwünschen der einzelnen Anwender.
- Es geht um Standardisierung, aber nicht die der Arbeitsplatzumgebungen, sondern insbesondere um die der Prozesse und Verfahren.

Die Voraussetzungen dafür sind ein verteiltes Dienstmanagement, personalisierte Komponenten und Funktionen, kontextsensitive Informationsbereitstellung für die einfache Bedienbarkeit sowie neuartige Sicherheitslösungen. All diese Gesichtspunkte schlagen sich in verschiedenen Bereichen dieses Buchs nieder, so z. B. in Kapitel 8 („Applikationen im VoIP-Umfeld“) und Kapitel 13 („VoIP – aber mit Sicherheit“).



**PRAXISTIPP:** Eines der wichtigsten strategischen Geschäftsziele moderner Unternehmen ist das Bereitstellen einer attraktiven Arbeitsumgebung. Moderne Unternehmen und Organisationen stehen in einem extrem harten Wettbewerb um die jungen Spezialisten. Sie müssen deren Anforderungen an ein hochmodernes, multimediales und mobiles Kommunikations- und Arbeitsumfeld erfüllen.

### 1.5.5 THESE 5: IP-Transformation der Kommunikation

Alle Kommunikationsdienste wandeln – transformieren – sich in Richtung IP. Die Umsetzung von Sprache in IP, die Realisierung von VoIP also, basiert auf einer Vielzahl von Komponenten, Funktionen und Diensten auf den verschiedenen technischen, technologischen sowie organisatorischen Ebenen:

- Infrastruktur und Netze,
- Kommunikationsdienste,
- Applikationen für die Mitarbeiterinteraktion,
- Anwendungen für die Interaktion mit Kunden,
- ein Rahmen für Sicherheit und Management,
- die alle Bereiche umschließenden Dienstleistungen,
- die partnerschaftlichen Beziehungen.



**PRAXISTIPP:** Die Sprache hält Einzug in die IP-Welt. VoIP ist ein Konglomerat aus einer Vielzahl von Komponenten, Funktionen und Diensten. Nur wenn man sich die Strukturen, Zusammenhänge und Interaktionen über alle Bereiche der IP-Transformation verdeutlicht, sie analysiert und in das Lösungsdesign einfließen lässt, sind die Chancen für eine erfolgreiche VoIP-Implementierung gegeben.

Um diese in einer strukturierten Form zu beschreiben, entwickelten die Autoren das Modell der IP-Transformation. In Abschnitt 1.8 wird die IP-Transformation der Sprache eingehender betrachtet.

### 1.5.6 THESE 6: Konvergenz der Kommunikation und „Cloud“

Egal, ob Komponenten, Dienste, Funktionen und Applikationen. Überall ist zu erkennen, wie die aus verschiedenen Kommunikations-„Welten“ stammenden Technologien und Techniken zusammenwachsen. Einige Beispiele für diese Konvergenz:

- Das funktionale Zusammenwachsen der Festnetze mit den Mobilnetzen. Möglichst viele Kommunikationsdienste über nur einen Netzanschluss – über IP. Der Anwender muss nur einen Netzzugang sichern. Ein schönes und vor allem sehr praxisnahes Beispiel dafür sind die sogenannten Hot-Spots. Die Benutzer arbeiten drahtlos, doch die Netze

dahinter sind über leistungsstarke Kabel- und Leitungsinfrastrukturen miteinander verbunden.

- Büro- und Geschäftsanwendungen verwachsen zunehmend mit Kommunikationsapplikationen. Direktes Wählen aus Geschäftsanwendungen sowie das automatisierte Herausuchen und Anzeigen von Daten aus einer Kundendatenbank über die Rufnummer des Anrufenden sind nur zwei der vielen Beispiele für diesen Technologietrend.
- Die Kommunikationsgrenzen zu Lieferanten und mit nicht verbundenen Unternehmen verschwimmen. Durch den Einsatz von intelligenten Protokollen entsteht die Möglichkeit, Unternehmensgrenzen zu überschreiten und unternehmensübergreifend zu chatten, Präsenzinformationen auszutauschen und eine Videokommunikation aufzubauen.
- Die genutzten Endgeräte werden immer multifunktionaler, IP-Telefone benehmen sich wie kleine PCs, Smartphones und Tablets sind Standard in der mobilen Kommunikationswelt. Der vorrangige Wunsch: „Nutzung beliebiger Anwendungen auf einem Endgerät und nicht die Verwendung mehrerer – *beliebiger* – Endgeräte für die gleichen Dienste.“
- Die Zukunft liegt im Internet. Webtechnologien und Apps sind quasi das Maß aller Dinge. Webportale bekommen immer öfter Kommunikationsfunktionen eingebettet, wie Telefonanwahl, Videofunktionen, Präsenzinformationen usw.
- Daraus ergeben sich konsequenterweise die Konvergenz im notwendigen Wissen und die Dienstleistungen für derart komplexe Kommunikationslösungen. VoIP selbst ist dafür das beste Beispiel. Für die erfolgreiche Umsetzung von VoIP-Projekten bedarf es umfangreichen Wissens aus der Telekommunikation sowie eines breiten Wissens und Erfahrungen in den IP-Technologien.
- Zu beobachten ist auch die stetige Annäherung der Kommunikationstechnologien aus dem klassischen Unternehmensbereich an die der Netzbetreiber (Carrier). Das Konvergenzstichwort dafür lautet „CLOUD“. Unternehmen und Behörden drängen immer stärker auf die Bereitstellung von VoIP aus der Cloud. Welche Cloud-Modelle es gibt, was deren Eigenschaften und Vorteile sind und wie verschiedene Modelle sich für welche Anwender eignen, sind die Schwerpunkte in Kapitel 10 „VoIP-Cloud-Modelle“.
- Nicht zuletzt VoIP selbst, als Zusammenschluss der klassischen Telekommunikation mit der IP-Übertragungstechnik.

Der Abschnitt 1.7, Businessstreiber für VoIP, wird diese Punkte noch klarer verdeutlichen.



**PRAXISTIPP:** Konvergenz, vor allem jedoch Cloud- und Webtechnologien, sind Triebkräfte hinter VoIP. Natürlich drücken und ziehen diese Kräfte aus teilweise sehr unterschiedlichen Richtungen, von denen jede ihre Berechtigung hat. Damit die Benutzer sich eben nicht zwischen diesen Trends und Bewegungen hin- und hergerissen fühlen, muss der umsichtige Planer und Installateur von VoIP-Systemen das vorhandene Umfeld genauestens bewerten und sich vor allem über sanfte Migrations- bzw. Evolutionsschritte für den Eintritt in die VoIP-Welt Gedanken machen.

### 1.5.7 THESE 7: Paradigmenwechsel

In der klassischen Telefonie hatte jedes Endgerät seinen eigenen Anschluss mit einer eigenen Nummer. Viele Nutzer haben mehr als nur ein Endgerät – ein Telefon auf dem Tisch, ein Smartphone, einen PC und ggf. noch ein Tablet. Jedes der Endgeräte hat eine eigene Rufnummer. Zur Verschaltung dieser Endgeräte untereinander, z.B. Rufum- und Weiterleitungen, sowie der Verschaltung mit Diensten und Applikationen, wie z.B. Sprachspeicher, bedarf es oft komplexer Konfigurationen. Mit Bediener- und Administrationsfreundlichkeit hat das wenig zu tun.

Moderne Kommunikationssysteme heben diesen Missstand auf. Ein Nutzer hat nur noch einen Anschluss mit einer Nummer. An diesem Anschluss kann man dann mehrere Endgeräte gleichzeitig betreiben. Welches der Endgeräte wann und wie zur Kommunikation genutzt werden soll, bestimmt der Anwender selbst, über einfache Erreichbarkeitsprofile.

Die Vorteile liegen klar auf der Hand:

- keine umständlichen Verschaltungen mehr,
- alles läuft über eine Rufnummer,
- alle am Anschluss angeschalteten Endgeräte haben transparent denselben Status,
- dieser eine Anschluss kann sehr einfach mit weiteren Applikationen verschaltet werden.



**PRAXISTIPP:** Moderne Kommunikationstechnologien sollten sich insbesondere durch Bediener- und Administrationsfreundlichkeit auszeichnen. Daher sollte man dringend darauf achten, dass ein Nutzer nur noch einen Anschluss und eine Nummer hat und daran gleichberechtigt mehrere Geräte betreiben kann.

## 1.6 VoIP wird Realität

Wir haben nun schon viel über Telekommunikation und auch über Voice over IP gesprochen, aber noch gar nicht gefragt: Worum handelt es sich bei VoIP eigentlich? VoIP bedeutet Voice over IP und ist ein komplexes Konstrukt von Technologien und Techniken. Telekommunikationsanlagen existieren schon lange und Datennetze auf IP-Basis sind auch nicht neu. Doch der Transport einer so komplexen Anwendung wie der Sprache einschließlich ihrer Steuerung über IP-Netze bringt eine Vielzahl besonderer Herausforderung mit sich.

### 1.6.1 IP-fähige Telekommunikation

Ihre technische Umsetzung wurde und wird bei den verschiedenen Herstellern unterschiedlich realisiert. Entsprechend dem technisch-technologischen Hintergrund des jeweiligen Herstellers setzt sich seine VoIP-Architektur zusammen. Die Hersteller mit einer typischen Telefonanlagenhistorie entwickelten VoIP-Systeme auf der Basis ihres umfangreichen, über



Jahrzehnte gesammelten Telekommunikationswissens. Von dort entstanden aus den klassischen PCXen die ersten IP-PCXen, mit einem IP-Anschluss für die Signalisierung und Steuerung. Später wurden diese Systeme mit entsprechender VoIP-Funktionalität zu VoIP-PCXen erweitert. Zu ihnen zählen unter anderem ALCATEL-LUCENT ENTERPRISE, AVAYA (mit ehemals Tenovis) und UNIFY (ehemals SIEMENS). Einige Hersteller, wie z. B. ERICSSON und NEC, ließen sich mit der Entwicklung von VoIP in ihren Systemen mehr Zeit. Andere gingen unterschiedliche Wege und adaptierten für ihre Systeme die bereits auf dem Markt vorhandenen VoIP-Funktionalitäten, z. B. durch Einbau von IP-Gateways eines anderen Herstellers in ihre klassischen digitalen Systeme.

Heute geht es ausschließlich um VoIP-Software. Die oben angeführten klassischen Hersteller bekommen immer stärkere Konkurrenz von Firmen wie z. B. CISCO, MICROSOFT, INNOVAPHONE. OpenSource- und Webentwickler programmieren sich auf der Basis von ASTERISK und WEB-Technologien eigene VoIP-Software. Und schon drängt eine neue Welle von VoIP-Akteuren auf den Markt, die klassischen Internetprovider, wie z. B. GOOGLE und AMAZON.

### 1.6.2 Telefonierendes IP

Doch es waren nicht die klassischen Telefonanlagenhersteller, denen dieser Clou mit VoIP gelang, sondern die Produzenten von Datennetzkomponenten, allen voran die Firma CISCO, die meinten: „Next dial tone is IP“ („Vor dem Klingeln kommt das PINGeln“).

- Dass jedoch wahrlich nicht die IP- und schon gar nicht die Ethernet-Technologien die technisch und technologisch besten, sinnvollsten und günstigsten Mittel und Wege für die Umsetzung von VoIP waren, interessierte damals noch keinen Entwickler. IP kennt von Haus aus keine Fehlerkorrektur und Ethernet ist im Grunde keine determinierte Übertragungstechnologie. Hier würden sich Token-Ring oder ATM deutlich besser eignen. Nach Meinung der Entwickler ist die Sprache nur ein Kommunikationsdienst von vielen, der sich über IP-Netze genauso einfach transportieren lässt wie über klassische TDM-Netze oder andere Übertragungsnetze. Im Abschnitt 1.6.3 ist dieses Thema ausführlich beschrieben.
- Und die speziellen Herausforderungen bei der Übertragung von Sprache über IP-Netze hatten einige Hersteller leicht unterschätzt.
- Genauso wenig überblickte man die immensen Aufwendungen für die Planung, Implementierung und den zuverlässigen Betrieb von VoIP-Lösungen.

### 1.6.3 Der lange Weg von der PBX zum SoftSwitch und zur Cloud

Der Weg von der Telefonanlage zur IP-PBX, von dort zu VoIP-PCX, zu den heutigen Soft-PCXen und SoftSwitches und nun immer stärker in die Cloud, war und ist gepflastert mit einer Vielzahl technisch-technologischer Herausforderungen. Kaum eine Technologie bestimmte die Entwicklungen und Trends in der gesamten Kommunikationsbranche so wie VoIP. Sie stellte und stellt jedoch nicht nur die Entwickler und Hersteller vor harte Proben. Man benötigt Systemintegratoren und Betreiber mit breitem Sachverstand sowie fundier-

tem Praxiswissen, um VoIP-Lösungen, insbesondere aus der Cloud heraus, erfolgreich zu implementieren und zuverlässig zu betreiben. VoIP stellt gewohnte Anwendungs- und Bedienfunktionen in Frage. Über den Computer telefonieren und mit dem Telefon Web-Apps nutzen, das muss ein Anwender erst einmal verdauen. Dennoch: Der Weg ist vorgegeben, er führt die Technologien zusammen und sorgt so für ständige Konvergenz und Transformation. Nicht zu vergessen ist der Umstand, dass durch die Einführung des Smartphones und Tablets neue Kommunikationsweisen salonfähig geworden sind.



**PRAXISTIPP:** Dem Benutzer ist es völlig gleichgültig, aus welcher technologischen Entwicklungsrichtung seine VoIP-Umgebung stammt. Er erwartet und braucht einen Technologiepartner mit einem ganzheitlichen Verständnis sowohl der klassischen Telefoniewelt als auch der modernen IP- und Cloud-Technologien. Also müssen sich die Planer und Installateure von VoIP-Systemen mit den Eigenschaften und Herausforderungen beider technologischen Seiten beschäftigen.

## ■ 1.7 Die Businessstreiber für VoIP

Ausgestattet mit dem grundlegenden Wissen, wie sich die Telefonie entwickelte, und vor allem, was VoIP ist, stellt man sich die Frage: Wer oder was treibt die Entwicklung von VoIP voran? Wohin führen die diversen technisch-technologischen Entwicklungsrichtungen? Wohin gehen die Trends und Anforderungen sowohl bei den Benutzern selbst als auch bei den Bereitstellern der Kommunikationsdienste?

Nach Meinung der Autoren, die sich grundsätzlich mit der vieler Analysten und Visionäre deckt, sind die folgenden Entwicklungstrends als Triebkräfte zu erkennen:

- Von der Infrastruktur kommend, werden Kommunikationsdienste in die Komponenten eingebettet. Man stattet beispielsweise Router, selbst Speichersysteme, mit VoIP-Funktionen aus. Die Bezeichnung dieses Trends lautet im Englischen entsprechend „communication embedded infrastructure“.
- Aus Sicht der IT-Abteilung führt eine immer stärkere Virtualisierung von Diensten dazu, dass eine Abstraktion der VoIP-PCX von der Hardware wünschenswert ist. Aber da sind noch die Entwickler von Anwendungen für die Büro- und Geschäftsprozesse. Sie behaupten von sich, dass sie die eigentlichen, aus den Geschäftsprozessen erwachsenden Kommunikationsbedürfnisse der Benutzer am besten kennen. Somit gehen sie den Weg, ihre Applikationen mit Kommunikationsfunktionen auszustatten. Einige von ihnen sprechen sogar von noch deutlicherer Geschäftsprozessnähe und somit von „Communication Enabled Business Processes“, abgekürzt CEBP. Allen voran sind es die etablierten Hersteller von Büro-, Desktop- und Serverapplikationen, wie z.B. Apple, IBM und Microsoft. In zunehmendem Maße nehmen auch die klassischen Entwickler von Geschäftsanwendungen, wie z.B. Oracle, SAP, Salesforce usw., diesen Trend auf.

- Einbetten in Netze und Befähigen von Anwendungen, das bringt sofort die Webspezialisten auf die Bühne des Geschehens. Sie betreiben eine Vielzahl von Applikationen und bringen die Funktionen über irgendwelche Netze zu den Anwendern. Letztere brauchen gar nichts weiter zu installieren außer ihrem Webbrowser auf dem PC/Tablet, dem webfähigen IP-Telefon oder dem Smartphone. Was liegt näher als das Einbringen von Kommunikationsdiensten in die Webumgebungen? Firmen wie beispielsweise 1&1, GMX oder Google machen es vor. Das Ganze nennt sich bei ihnen „communication enabled WEB“ oder einfach „Cloud-Telefonie“. Nach Meinung der Autoren steht uns mit Cloud- und weiteren Webtechnologien noch ein richtiger Hype bevor.
- Klar, wer Netze besitzt, der kann darüber die Endanwender oder Abnehmer seiner Dienste versorgen. Das ist dann auch die vierte Triebkraft für VoIP, es sind die Netzbetreiber. Hier macht sich die Historie des jeweiligen Unternehmens fast noch viel schwerwiegender bemerkbar als bei den Telefonanlagen oder den Applikationen.
  - Über Jahre hinweg bauten sie ihre voll digitalen Netze aus, um und weiter. Nun holt sie oftmals das Thema VoIP schneller ein, als ihnen lieb ist. Am liebsten würden sie die riesigen Investitionen in die digitalen Netze noch eine ganze Weile ausnutzen und lassen nichts unversucht, es dem Anwender mittels Pauschalpreismodellen schmackhaft zu machen. Nichtsdestotrotz schwenken nahezu alle Festnetzbetreiber von digital auf IP um. ISDN ist abgekündigt – alles wird IP.
  - Etwas einfacher haben es die Betreiber von Mobilfunknetzen. Deren Netze basieren bereits auf hochleistungsfähigen Datentechnologien. Diese Firmen drängen natürlich ebenfalls in Richtung VoIP. Aber auch sie stehen mit ihren 3G- (UMTS) und 4G- (LTE), in naher Zukunft 5G-Technologien in hartem Wettbewerb zu WLAN- und HotSpot-Technologien.
  - Eine ganz besondere Spezies von Netzbetreibern sind die Versorger. Sie besitzen und betreiben Versorgungsnetze, die ursprünglich nichts mit Kommunikationstechnik zu tun haben, es handelt sich dabei z. B. um Netze zur Stromversorgung bzw. zum Ver- und Entsorgen von Wasser. Vor allem auf kommunaler Ebene gibt es eine Vielzahl solcher Versorger – die Stadtwerke. Solche Einrichtungen schließen sich ggf. mit den regional ansässigen Carriern zusammen und bilden so eine neue Triebkraft für VoIP. Sie versorgen ihre Abnehmer nicht mehr nur mit Energie, sondern zusätzlich mit multimedialen Kommunikationsdiensten.
- Mit IP wandern auch die VoIP-Applikationen immer mehr dorthin, wo die anderen Applikationen schon lange sind, in die Rechenzentren (RZ). Viele RZ-Betreiber stellen neben den reinen Anwendungsdiensten auch eine breite Palette von Kommunikationsdiensten zur Verfügung, sie verstehen sich als „Cloud-Provider“. Dem Thema Cloud ist das Kapitel 10 („VoIP-Cloud-Modelle“) gewidmet.

Alle punktuell oben angeführten Anbieter von Kommunikationsfunktionen, -applikationen und -diensten versuchen, die Anwender, die Unternehmen und die Behörden auf ihre Weise für sich einzunehmen und zu bedienen.



**PRAXISTIPP:** Aus dem Blickwinkel des Anwenders und Benutzers betrachtet, nimmt man sich am besten einen Partner, der alle oder möglichst viele der oben angeführten Bereiche abdecken kann. Dementsprechend sind vor allem immer mehr die Entwickler, Hersteller und Betreiber von Kommunikationslösungen gefragt, die sowohl etwas von der Infrastruktur als auch von den Kommunikationsdiensten, den Applikationen, den Sicherheits- und Managementfunktionen sowie dem Service rundherum verstehen. Hat dieser Partner dann noch eigene Lösungen sowie praxisnahes Wissen über die Kommunikationstechnologien der Carrier- und der Unternehmenswelt, so ist ein VoIP-Projekt hier am besten aufgehoben.

## ■ 1.8 Die IP-Transformation der Sprache

Die Hauptantriebskraft für die Entwicklung von VoIP ist die Transformation – der Wandel in den Anforderungen der Benutzer. Betrachtet man die zurückliegenden drei bis fünf Jahre, wird deutlich, dass sich die Anzahl der bei der täglichen Arbeit benutzten Kommunikationsmittel, -geräte und -applikationen vervielfachte. Und dieser Trend verstärkt sich immer mehr.



### **Blick auf die Praxis**

Oftmals genügt dafür schon ein Blick in das nähere Umfeld. Wie viele Handys, Smartphones oder Tablets gibt es durchschnittlich pro Familie? Die Antwort lautet: ca. drei bis fünf. Genau das spielt sich in jedem Unternehmen, in Behörden und anderen Einrichtungen ab – nur in einer anderen Dimension. Für die erfolgreiche Planung, Umsetzung und den Einsatz von VoIP sind das gesamte Umfeld und die komplette Struktur der VoIP-Systeme zu betrachten.

### **1.8.1 Wozu braucht man eine ganzheitliche Betrachtung?**

VoIP heißt übersetzt „Sprache über IP“. Mit diesem Ansatz wandelt sich ebenso das gesamte Modell der Kommunikationstechnologien und -lösungen, man spricht in der Praxis von der „IP-Transformation“. Die Transformation in Richtung IP umfasst und beeinflusst alle Bereiche der Kommunikationslösungen. VoIP selber ist, wie in den vorherigen Abschnitten dargestellt, ein Konglomerat aus einer Vielzahl von Technologien und Technik der verschiedensten Bereiche, die es gilt, in Gänze zu betrachten. Also muss man sich, wenn man erfolgreich VoIP-Projekte realisieren will, in ganzheitlicher Betrachtungsweise mit der IP-Transformation beschäftigen. Warum ist das notwendig?

- Für die Realisierung eines VoIP-Projekts benötigt man die richtigen technologischen und technischen Lösungen. „Richtig“ bedeutet insbesondere solche, die funktional gut interagieren, d. h. möglichst weitreichend auf Standards beruhen. Somit gilt es, die richtigen Hersteller solcher Technologien und Techniken auszuwählen.
- Damit die Auswahl der richtigen Lösungen auf fundiertem, praxisnahem Wissen fußt, benötigt man die entsprechenden planerischen Kompetenzen. Klassische Kommunikationssysteme werden in der Regel nicht jedes Jahr neu beschafft, sondern vielmehr alle fünf bis zehn Jahre (die aktiven IP-Netzstrukturen alle drei bis fünf Jahre). Ganz anders die passiven Infrastrukturen, also die Verkabelungen (sogar nur alle 15 – 20 Jahre). Mit seinen ureigenen Geschäftsprozessen beschäftigt man sich hingegen täglich. Ergo: Die praktischen Erfahrungen mit einer Vielzahl an Möglichkeiten aller am Markt befindlichen VoIP-Lösungen und -Architekturen können im Unternehmen gar nicht in der notwendigen Breite und Tiefe vorhanden sein. Fazit: Externe Hilfe bei der Planung und Konzeption derart komplexer Lösungen wie VoIP ist nahezu ein Muss.
- Themen wie Softwareplattformen, Cloud-Architekturen und das Internet als VoIP-Technologien lassen die Innovations- und Entwicklungszyklen immer kürzer und das dafür benötigte Wissen immer umfangreicher werden. Diese Anwendungsformen erfordern ein anderes Anforderungsprofil an die Mitarbeiter in der TK/IT-Abteilung.
- Zum Auswahlprozess gehört neben der Technik- und Technologieauswahl die Selektion der oder des richtigen Implementierungspartners. Dieser Partner sollte natürlich möglichst über ein ganzheitliches und idealerweise zertifiziertes Praxiswissen bezüglich der einzelnen VoIP-Technologiebereiche des IP-Transformationsmodells verfügen. Genauer betrachtet, ist dies in der Praxis selten der Fall, da es zwar viele hoch spezialisierte Installations- und Implementierungsfirmen gibt, die jedoch oft stark auf einige wenige technisch-technologische Bereiche fokussiert sind. Bei komplexen VoIP-Implementierungen hat es sich in der Praxis bewährt, einen Generalisten einzusetzen, der sich die entsprechenden Spezialisten an Bord holt und so die Umsetzung gesamtverantwortlich steuert.
- Zum Schluss – aber nicht an letzter Stelle, also „last but not least“ – stellt sich die Frage nach dem Betrieb der implementierten VoIP-Lösung. Hier sollten dieselben Betrachtungsmaßstäbe angelegt werden. Für den zuverlässigen und vorausschauend agierenden Betrieb bedarf es der nötigen Praxiserfahrungen auf diesem Gebiet. Entweder gibt es diese Kompetenzen, Fähigkeiten und Voraussetzungen im eigenen Unternehmen bzw. man kann sie schaffen oder man lässt bestimmte Bereiche der VoIP-Implementierung von einem Betreiberpartner betreuen. Bis vor kurzem nannte man das MCS (Managed Communication Services), heute heißt das „Cloud“. Genauer ist das in Kapitel 10 („VoIP-Cloud-Modelle“) und Kapitel 14 („Betrieb und Zuverlässigkeit“) nachzulesen.

## 1.8.2 Das Modell der IP-Transformation

Aus der Notwendigkeit der ganzheitlichen und vor allem praxisbezogenen Betrachtung von VoIP-Projekten ist das Modell der IP-Transformation entstanden. Es umfasst, wie in Abbildung 1.2 dargestellt, in einfacher Form alle Bereiche der VoIP-Implementierungen. Nur eine offene und ehrliche Betrachtung und Bewertung aller Aufgaben und Disziplinen des Modells sind die Basis für die Umsetzung erfolgreicher VoIP-Projekte.



**Abbildung 1.2** Das Modell der IP-Transformation

Das Modell ist sehr einfach und daher ebenso leicht zu verstehen wie in der Praxis umzusetzen. Es umfasst sieben Bereiche, von denen die fünf inneren Gebiete eine technisch-technologische Ausrichtung haben. Daher liegen sie deutlich mehr im Verantwortungsbereich des CTO. Die beiden äußeren Rahmen zielen eher auf organisatorische und prozessorientierte Themen und werden oftmals durch die CIOs gesteuert und bestimmt.

Egal, von welchem Punkt dieses Modells aus die Betrachtung erfolgt, man kann sich sehr einfach und schnell in jeden angrenzenden Bereich hineindenken. Ein weiterer Vorteil dieses Modells besteht darin, dass sich auf einfache Weise alle Gebiete zielgerichtet hinterfragen lassen.

Geht es z. B. um die Verbesserung der Mitarbeiterinteraktionsmöglichkeiten, stellen sich umgehend Fragen wie:

- Welche Kommunikationsdienste werden benötigt?
- Welche Sicherheitsfunktionen gilt es bereitzustellen?
- Wie und womit kann, soll und/oder muss Administration erfolgen?

Zur Erläuterung und zum Verständnis des IP-Transformationsmodells ist es am günstigsten, mit der Betrachtung von unten her zu beginnen und die einzelnen Bereiche genauer zu beschreiben.

### 1.8.2.1 Die Netz- und Infrastrukturdienste

Sie bilden die Basis des gesamten Modells. Auf ihnen bauen alle anderen Dienste, Funktionen und Anwendungen auf. Zur Infrastruktur zählt natürlich insbesondere die gesamte passive Infrastruktur, angefangen von den Kabeln und Leitungen selbst bis hin zu den Anschlusschränken und -dosen. Direkt damit im Zusammenhang stehen die aktiven Komponenten wie z. B. die Stromversorgung. Es geht also nicht allein um die Infrastruktur der Kommunikationstechnik, sondern vor allem auch um die der Stromversorgung. Damit nicht

genug, bedarf es intensiver Betrachtungen der Interaktion beider Infrastrukturen. Die Stichworte hier heißen „Erdung“ und „Potenzialunterschied“. Eine schlechte erdungs- oder potenzialtechnische Abstimmung zwischen diesen beiden Infrastrukturen kann zu drastischen Störungen im VoIP-Umfeld führen.



**PRAXISTIPP:** Neben der reinen Kommunikationsinfrastruktur gilt es ebenso die für die Stromversorgung benötigte Infrastruktur zu betrachten. Oftmals ist Letztere zwar strukturell in ausreichendem Umfang vorhanden, doch gerade die Interaktion und vor allem die Wechselwirkungen mit der Kommunikationsinfrastruktur haben ihre Tücken. Kommunikationskabel direkt neben Stromleitungen von Fahrstühlen richten, bedingt durch die Wechselwirkungen zwischen den Starkstromkabeln und den Datenleitungen, gerne mal dasselbe Auf und Ab in der Verfügbarkeit der Kommunikationsdienste an wie im Fahrstuhl selbst. Schlecht und gar nicht geerdete Datennetzdosen führen nicht selten zu Potenzialproblemen zwischen dem Kommunikations- und dem Stromnetz. Die Folge sind Störungen und Ausfälle von VoIP-Komponenten.

Natürlich gehören in diesen Block neben der Infrastruktur auch die Kommunikationsnetze und deren Komponenten. Da es um VoIP geht, könnte man annehmen, dass es sich nur um ein Netz dreht, das zu untersuchen wäre – nämlich das IP-Netz. Weit gefehlt. Selbstredend spielen nach wie vor die fundamentalen klassischen digitalen und analogen Kommunikationsnetze eine wichtige Rolle. Ebenso wird IP nicht nur mit klassischen Datennetzen übertragen. Ganz im Gegenteil. Oftmals haben große Unternehmen und öffentliche Einrichtungen auf ihren sehr weitflächigen Geländen beim Aufbau ihrer Infrastrukturen über Jahre hinweg sehr umfangreiche „Kupferbergwerke“ angelegt. Dies bedeutet, dass sie über nahezu unzählige Zweidraht-(Doppelader-)Kupferleitungen verfügen. Daher wundert sich niemand über das weiterhin anhaltende und sogar gestiegene Interesse dieser Institutionen an Breitbandtechnologien. Sowohl für die Doppeladerverkabelung auf der Basis von DSL (Digital Subscriber Line) als auch auf der vorhandenen Koaxialverkabelung mittels HF- (High Frequency) Technik.

Kupferkabel sind die eine Sache, Lichtwellenleiter (LWL) die andere. LWL gibt es schon sehr lange und in den unterschiedlichsten Ausprägungen. Als diese Leitungen vergraben wurden, glaubte man fest daran, eine Infrastruktur zu besitzen, die allen zukünftigen Kommunikationsanforderungen standhalten würde. Die heutige Praxis belehrt uns eines Besseren. Selbst die vorhandenen LWL-Infrastrukturen reichen an vielen Stellen nicht mehr aus. Der Bedarf nach technisch-technologischen Lösungen für dieses Problem ist dringender denn je. Technologien der optischen Übertragungstechnik, wie WDM (Wavelength Division Multiplexing), zu Deutsch die Aufteilung des „weißen“ Lichts in verschiedene Farben und deren getrennte Übertragung über LWL, halten auch in Unternehmensnetze Einzug. In der Schule wurde und wird auch heute noch etwas von drei, fünf oder acht Grundfarben gelehrt, je nachdem, an welcher Farbenlehre man sich orientiert. Acht Farben in LWL, darüber schmunzeln die WDM-Technologen. Sie ermöglichen die Aufspaltung des Lichts in 160 und mehr Spektral(Farb)bereiche und übertragen in jedem dieser Bereiche die nahezu volle Übertragungskapazität, teilweise über mehrere hundert Kilometer.

Das waren bisher nur die Aspekte der leitungs- und drahtgebundenen (wireline) Infrastrukturen und Netze. Neben diesen existiert eine Vielzahl von drahtlosen (wireless) Infrastrukturen und Netzen – NEIN, die Luft sollte man nicht als die Infrastruktur darstellen, daher findet man die Beschreibung der Wireless-Technologien in der nächsten Ebene, bei den Kommunikationsdiensten, wieder.

Alle diese Dinge bringen IP und damit auch VoIP mit riesigen Schritten nach vorn. Zusammenfassend gehören zu dem Bereich Infrastrukturen und Netze folgende Punkte:

- Kabel, Leitungen, Stecker usw.,
- Komponenten und Funktionen der optischen Übertragungstechnologien,
- LAN- und WAN-Komponenten, wie Switches, Router usw.,
- Breitbandtechnologien, wie xDSL (Digital Subscriber Line) und HFT (High Frequency Technology),
- WLAN sowie moderne Mobilfunktechnologien, wie UMTS und LTE.

Aufgrund der Komplexität dieser beiden Themen Infrastruktur und Netze sind ihnen jeweils eigene Kapitel 2 („Infrastrukturen im VoIP-Umfeld“) und Kapitel 3 („Netze, QoS, Pakete und Bandbreite“) gewidmet, in denen die oben angeführten Technologien und Techniken detailliert beschrieben sind.

### 1.8.2.2 Die Kommunikationsdienste

Auf die eben beschriebenen Infrastrukturen und Netzdienste setzen die Kommunikationsdienste auf. Da es in diesem Buch um den praktischen Einsatz VoIP im Geschäftsumfeld geht, ist hier die Rede von geschäftsprozessorientierten, also Businesskommunikationsdiensten.

Natürlich sind das nach wie vor die klassischen analogen und digitalen Kommunikationsdienste, wie ISDN, Fax, Modem usw. Sie werden zunehmend verdrängt durch VoIP als Kommunikationsdienst. Im privaten Unternehmensumfeld spricht man von VoIP-Telekommunikationsanlagen bzw. VoIP-PCXen (Privat Communication eXchange). Bei den Anbietern öffentlicher Kommunikationsdienste werden diese Systeme als SoftSwitches bezeichnet. Aktuell redet bei Betreibern niemand mehr über die Systeme an sich, sondern nur noch über „Cloud“. Eine detailliertere Diskussion zu diesen Themen erfolgt in Kapitel 9 („Klassische VoIP-Architekturen“) und Kapitel 10 („VoIP-Cloud-Modelle“).

Der Gegenstand dieses Buchs ist VoIP, daher gilt diesem Thema das Hauptaugenmerk. Dennoch braucht VoIP für den erfolgreichen Praxiseinsatz eine Vielzahl von grundlegenden IP-Kommunikationsdiensten, wie DNS (Dynamic Name Service), DHCP (Dynamic Host Control Protocol), LDAP (Lightweight Directory Access Protocol) usw. Auf die Hintergründe, ihre Funktionsweisen und deren Notwendigkeit bezüglich VoIP wird an mehreren Stellen des Buchs reflektiert. Sie spielen unter anderem in den Kapiteln 4 bis 6 und 13 eine wesentliche Rolle („Nummern, Adressen und Namen“, „Protokolle und Dienste für VoIP“, „Leistungsmerkmale“, „VoIP – aber mit Sicherheit“).





**PRAXISTIPP:** VoIP kann alleine kaum oder gar nicht existieren. Vielmehr erleben wir die Konvergenz der Kommunikationsdienste aus allen Richtungen. Genau dieser Aspekt ist sehr praxisrelevant. Denn wenn man sich mit dem Einsatz von VoIP beschäftigen soll oder muss, dann ist das Wissen um die mit den VoIP-Lösungen in Interaktion stehenden Kommunikationsdienste unabdingbar. Man braucht Spezialisten aus allen Bereichen der Kommunikationsdienste, die im Rahmen der ganzheitlichen Betrachtung eines VoIP-Projekts zum Tragen kommen.

Wie im vorigen Abschnitt angedeutet, zählen auch die drahtlosen Übertragungstechnologien zu den Businesskommunikationsdiensten. Die Konvergenz zwischen drahtgebundenen und drahtlosen Kommunikationsdiensten wird immer deutlicher. So rücken schon seit mehreren Jahren GSM/UTMS/LTE immer näher an die klassische Telekommunikation und VoIP ist ein fester Bestandteil der WLAN-Welt. VoWLAN – Voice over WLAN – ist mittlerweile ebenso etabliert wie DECT. Gerade diese Technologie birgt eine Vielzahl von Herausforderungen und Tücken für deren erfolgreichen Einsatz, die in Kapitel 2 („Infrastrukturen im VoIP-Umfeld“) ausführlich besprochen werden. Das Thema der Integration von GSM/UMTS und LTE in die VoIP-Welt gehört zu den Applikationen und Anwendungen, daher findet es in Kapitel 8 („Applikationen im VoIP-Umfeld“) seinen Platz.

### 1.8.2.3 Dienste für die Mitarbeiterinteraktion

Die Businesskommunikationsdienste wiederum bilden das Fundament zweier applikations- bzw. anwendungsorientierter Dienstebereiche – die Kundeninteraktionsdienste auf der rechten Seite und die Mitarbeiterinteraktionsdienste auf der linken. Um Letztere geht es in diesem kurzen Einleitungsabschnitt.

Immer wieder steht die Frage nach DER sogenannten „Killerapplikation“ für VoIP im Raum. Die Praxis der letzten zehn Jahre zeigt eindeutig, dass die zwingend auf VoIP aufsetzende Applikation oder Anwendung nicht existiert. Anwendungs- und Applikationsschnittstellen wie CTI (Computer Telephony Integration) und CSTA (Computer Supported Telephony Applications) – was Fachkreise gerne mit „Computer Sieht Telefonanlage“ interpretieren – gab es bereits vor und ohne VoIP.

Nichtdestotrotz gibt es natürlich eine Vielzahl von Anwendungen, die deutlich effizienter und effektiver zu implementieren und zu betreiben sind, wenn sie auf IP aufsetzen, über VoIP-Funktionen interagieren und so das Zusammenwirken von Datenapplikationen mit der Sprachwelt realisieren.

Zu den Diensten für die Mitarbeiterinteraktion gehören neben den klassischen CTI-, CSTA- und TAPI-Funktionen vor allem die modernen Dienste wie multimediale Konferenzen und Kollaboration, Präsenz- und universelle Mitteilungsdienste und die Vernetzung dieser mittels XMPP (Extensible Messaging and Presence Protocol) und SIP (Session Initialisation Protocol). Die Ziele der Mitarbeiterinteraktionsdienste sind eindeutig:

- mehr und besserer Bedienkomfort der Kommunikationsdienste,
- bessere und vor allem konkretere Erreichbarkeit,

- höhere Flexibilität und Mobilität der Kommunikationsmöglichkeiten („Zu jeder Zeit, an jedem Ort“),
- neue und innovative, vor allem multimediale Kommunikations- und Interaktionsdienste, wie Präsenz, Konferenz für Daten, Sprache und Video sowie Kollaboration.

Die Anzahl und vor allem die Vielfalt der Mitarbeiterinteraktionsanwendungen nahmen besonders durch den Einsatz der IP-basierten Anwendungen zu. Den richtigen Anstoß für die Applikation brachte allerdings erst der Einsatz von Webtechnologien. Anwender und vor allem PC-Administratoren wollen keine große Zahl von Anwendungen auf dem PC installieren und pflegen. Sie erwarten, dass die modernen Applikationen für die Mitarbeiterinteraktionen über den Webbrowser funktionieren. Eine besondere Rolle in diesem Zusammenhang spielen: XML (eXtensible Markup Language; insbesondere in seiner neuen Version 5) als Beschreibungs- und Darstellungssprache, Web-RTC (Web Real-Time Communication) sowie SIP (Session Initialisation Protocol) als das modernste Signalisierungs- und Steuerprotokoll für mobile, multimediale Kommunikationsdienste. Außerdem wird in Zukunft Themen wie SOA (Service Oriented Architecture) und WEB 2.0 eine immer größere Bedeutung zukommen.



**PRAXISTIPP:** Die Erfahrung vieler VoIP-Projekte zeigt, dass in den meisten Fällen genau dieser Bereich, also die Verbesserung der Mitarbeiterinteraktion, das treibende Moment war. Sehr oft drücken und drängen die gestiegenen Kommunikationsanforderungen der Geschäftsprozesse derart auf die Abteilungen der CIOs und CTOs, dass diese gar nicht umhin kommen, sich mit neuen, innovativen und modernen, die Effizienz und Effektivität steigernden Kommunikationsmöglichkeiten und -diensten zu beschäftigen. Nicht umsonst macht die Bezeichnung für den CIO als „Chief Innovation Officer“ die Runde.

Aufgrund der Vielzahl der eingesetzten Mitarbeiterinteraktionsdienste besteht kaum mehr die Möglichkeit der Administration einer individuellen und persönlichen Applikationsumgebung eines jeden einzelnen Anwenders. Daher spielen bezüglich der Mitarbeiterinteraktionsdienste das Erstellen und Pflegen von Anwenderprofilen eine zentrale Rolle. Natürlich richten sich die Anwenderprofile an den zu unterstützenden Geschäftsprozessen aus, weshalb man sie treffend als „geschäftsprozessorientierte Profile von Kommunikationsdiensten“ (Business Profiled Communication Services) bezeichnet.

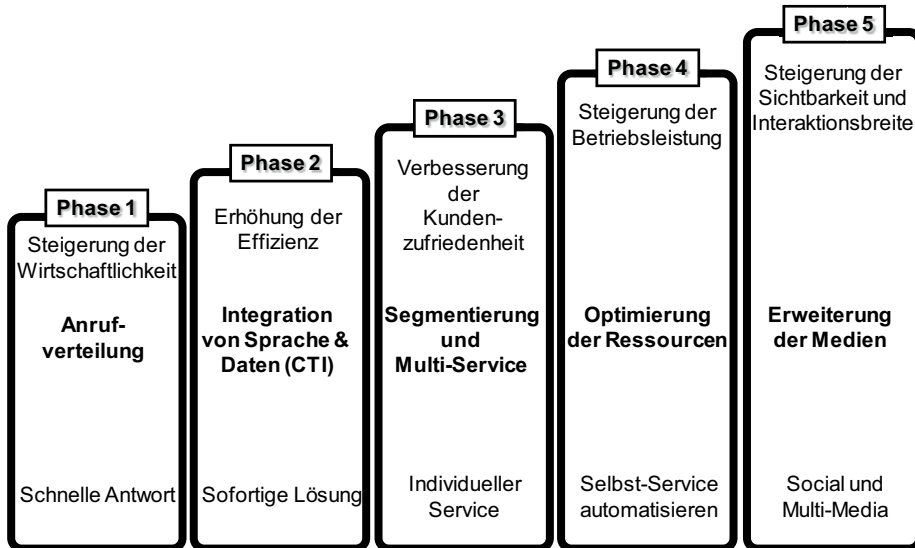
Wer sich jedoch in allen oben nur grob angesprochenen Bereichen wirklich auskennen und erfolgreich behaupten will, der muss auch das Verständnis für „alte“ klassische Welten (wie die neuen und modernen, vor allem web-basierten Technologien) mitbringen. Dieser Anspruch ist sehr hoch.

#### 1.8.2.4 Dienste für die Kundeninteraktion

Einerseits ist das effiziente und effektive Interagieren der Mitarbeiter untereinander eine der wesentlichen Voraussetzungen für wirtschaftlich erfolgreiche Geschäftsprozesse. Andererseits brauchen die Unternehmen ihre Kunden, um zu existieren. Ergo müssen sie mit diesen Kunden interagieren, ebenso wie die Behörden mit den Bürgern. Kundeninteraktionslösungen sind etwas anders orientiert und fokussiert als die Lösungen für die Mitarbei-

terinteraktion. Man möchte seine Kunden besser und fester an das Unternehmen binden, mit bestehenden Kunden neue Geschäfte machen und natürlich auch neue Kunden gewinnen. Dafür muss man sie schnell und wirksam ansprechen, mit ihnen interagieren und sie zufriedenstellen.

In der Praxis bewährte sich beim Aufbau von Kundeninteraktionslösungen eine Vorgehensweise in vier Phasen. Abbildung 1.3 zeigt Inhalte, Aufgaben und Ziele der einzelnen Phasen.



**Abbildung 1.3** Fünf-Phasen-Modell der Kundeninteraktion

Die Säulen bzw. Phasen beinhalten und bedeuten im Einzelnen:

- Die Ausrichtung der ersten Phase besteht darin, den Kunden schnellstmöglich bedienen zu können – die Grundfunktion und das Grundanliegen jeglicher Kundeninteraktion. Um diesen Punkt erfüllen zu können, bedarf es einer effizienten und effektiven Verteilung der eingehenden Anrufe. Sie wird als „Inbound“-Funktion bezeichnet. Der Kunde muss schnellstens zu einem Mitarbeiter des Unternehmens durchgestellt werden, nach Möglichkeit einem, der den Kunden mit seinen Wünschen direkt zufriedenstellen kann.
- Indirekt gehört auch das gezielte Anrufen der Kunden durch eine bestimmte Anzahl von Anwendern, sogenannten Telefonagenten, zur Phase Anrufverteilung, da ja eine Aufteilung der zu tätigen Anrufe auf die entsprechenden Agenten erfolgt. Dieses gezielte Anrufen von Kunden und Interessenten bezeichnet man als „Outbound“-Aktionen.
- In der zweiten Phase geht es um die Schaffung von sofortigen Lösungen für die Kunden. Für diese Aufgabe muss der Agent in der Regel über einen direkten Zugang zu den Kunden- und Geschäftsdatenbeständen verfügen. Sicher kann man dem Agenten selber die Aufgabe des Heraussuchens der zum Anrufer passenden Daten überlassen, doch ist das weder effizient noch effektiv. Viel besser ist hingegen der Einsatz einer CTI-Kopplung zwischen der Kundeninteraktionslösung und den Kundendaten der Geschäftsanwendung.

- Wir leben im Zeitalter der elektronischen und zunehmend multimedialen Kommunikation. Genau das nutzen auch die Kunden immer mehr, umfänglicher und vor allem öfter. Hier setzt die dritte Phase des Modells an. Dem Rechnung tragend, bedarf es multifunktionaler und multimedialer Kundeninteraktionsdienste. Das bedeutet z.B. die Integration von E-Mail, Fax, Brief, SMS, Chat und vor allem Social Media in die Verteilfunktionen der Lösung sowie das Zusammenführen von Web- und Sprachkommunikationsdiensten in einer Kundeninteraktionsplattform.
- Je mehr Interaktionen stattfinden und Dienste, Funktionen, Informationen, Lösungen und Produkte man den Interessenten und Kunden anbietet, desto mehr An-, Nach- und Rückfragen entstehen bei ihnen. Ein immens großer und ständig größer werdender Anteil dieser Fragen wiederum ist sehr allgemeiner Art. In den meisten Fällen geht es um reine Auskünfte, bei denen keine zusätzlichen Aktivitäten eines Agenten benötigt werden. Im Prinzip und dem Grundsatz nach lassen sich alle diese Fragen quasi standardmäßig vielleicht sogar mittels automatisierter Funktionen beantworten. Das genau ist hier der Ansatz - automatisierte Selbstinformationsdienste. Durch den Einsatz derartiger Funktionalitäten werden einerseits die Kundeninteraktionszentren deutlich entlastet, andererseits wird es so möglich, den Kunden Dienste und Informationen anzubieten zu Zeitpunkten und in Zeiträumen, in denen das Kundenzentrum gar nicht besetzt ist.

In Kapitel 8 („Applikationen im VoIP-Umfeld“) gibt es einen entsprechenden Teilbereich, der sich ausschließlich und vor allem ausführlich mit den Themen der Verwendung von VoIP im Umfeld von Kundeninteraktionslösungen beschäftigt.

### 1.8.2.5 Sicherheits- und Managementrahmen

Alle vier innen liegenden Dienstebereiche bedürfen einer Absicherung und einer Administration, d.h. Konfiguration, Betrieb, Steuerung, Wartung usw. Die Aufgaben in diesem Bereich der IP-Transformation sind derart umfänglich und weitreichend, dass sie in jeweils einem eigenen Kapitel des Buchs abgehandelt werden (Kapitel 13 „VoIP - aber mit Sicherheit“ und Kapitel 11 „Managementsysteme für VoIP“).

Prinzipiell ist bereits hier bezüglich des Themas Sicherheit anzumerken, dass es nur drei maßgebliche Aspekte gibt, auf die sich sämtliche Sicherheitsanforderungen der vier inneren Dienstebereiche reduzieren lassen, nämlich:

- **Vertraulichkeit bzw. Identität:** Schutz vor unbefugter Preisgabe von Informationen. Nur Personen und Systeme, die zur Verwendung, zum Zugang, zur Weitergabe usw. von Informationen berechtigt sind, haben bzw. bekommen einen Zugang zu den Informationen.
- **Richtigkeit bzw. Integrität:** Schutz vor unbefugter Veränderung von Informationen Leistungsstarke und robuste Verschlüsselungsfunktionen für alle Kommunikationsdienste und Informationsflüsse.
- **Verfügbarkeit:** Schutz vor unbefugter Vorenthaltung von Informationen bezüglich Systemstabilität, Redundanz, Backup-Funktionalitäten usw.

Wenn man das Ganze in die englische Fachsprache übersetzt, lauten die Begrifflichkeiten dafür „Confidentiality, Integrity, Availability“. Die Anfangsbuchstaben bilden die sehr einprägsame Abkürzung „CIA“.

Das Management von VoIP-Systemen ist eine ganz besondere Herausforderung. VoIP-Systeme sind beliebig komplex in ihrem Aufbau, ihrer Architektur und den dadurch erforderlichen Administrationsaufwendungen. Management, Steuerung, Konfiguration, Überwachen, Berichten und Abrechnen erfordern unterschiedliche Werkzeuge und Anwendungen. Je nachdem, auf welcher Ebene die Administration erfolgen soll, kommen entweder herstellereigene oder funktional systemübergreifende Managementwerkzeuge zum Einsatz. Die Aufgaben reichen von den mehr operativen Managementaspekten bezüglich der Infrastruktur über das Management der Komponenten und Funktionen, das Fehler- und Alarmmanagement bis hin zum strategischen Ressourcen- und Performancemanagement.



**PRAXISTIPP:** Zu dieser Stelle passen zwei Aussagen von einem der Autoren zum Thema Sicherheit: „Sicherheit ist eine Philosophie – die Technik nur das Mittel zum Zweck“ und „Sicherheit ist ein Gefühl – Gefahren und Risiken sind Realität“. Das bedeutet: Sicherheit muss man leben und erleben können. Gefahren und Risiken sind einfach immer da. Die Anwender brauchen aber ein Gefühl der Sicherheit bei der Nutzung der modernen Kommunikationsdienste.

Vor allem bei besonders komplexen VoIP-Systemen können die Managementaufwendungen schnell ausufern. Diese Gefahr besteht vor allem dann, wenn Komponenten und Funktionen vieler unterschiedlicher Hersteller zum Einsatz kommen. Genau diesen Punkt sollte man bei der Planung und Implementierung eines VoIP-Systems sehr intensiv überdenken und ggf. von vorneherein einkalkulieren.

### 1.8.2.6 Serviceleistungen rund um VoIP

Die fünf bisher angeführten Bereiche des IP-Transformationsmodells betrachten die vielen technisch-technologischen Aspekte des Wandels und des Hineinwachsens der Sprache in die IP-Welt. Natürlich hat jeder der angeführten Bereiche auch eine Reihe organisatorischer Komponenten, da alle dort genannten Dinge in der Praxis umgesetzt und gelebt werden müssen. Konkret bedeutet das die Notwendigkeit von Dienstleistungen in den verschiedenen Phasen eines VoIP-Projekts über dessen gesamten Lebenszyklus. Ein sehr einfaches Modell dafür ist das sogenannte „Plan-Build-Run“. Übersetzt bedeutet es „Planung-Aufbau-Betrieb“. Nach Meinung der Autoren ist dieses Modell zwar grundlegend korrekt, aber zu einfach, um die Komplexität von VoIP-Projekten widerzuspiegeln.

Das Servicemodell sollte wenigstens die folgenden Phasen umfassen:

- die **Analyse der Geschäftsprozesse** und des vorhandenen Implementierungsumfelds, im Fachjargon als „business analysis“ bezeichnet;
- darauf aufbauend: eine **Bewertung der möglichen Auswirkungen** des Einsatzes von VoIP für die analysierten Geschäftsprozesse (in die englische Fachsprache übersetzt: „auditing and impact assessment“). Nach Auffassung der Autoren gehören in diesen Abschnitt auch so wichtige Punkte wie **Teststellungen und Pilotierungen**;
- es folgt die Phase der **Planungen und des Lösungsdesigns**, in der Praxis auch als „planning and solution design“ bezeichnet; dient der konkreten Vorbereitung auf die technisch-technologische und organisatorische Umsetzung des VoIP-Projekts;

- **Umsetzung** des VoIP-Projekts, die sogenannte „execution“; diese Phase ist in der Praxis mit umfangreichen Aufwendungen verbunden. Darunter fallen:
  - das Projektmanagement;
  - die Projektkoordination, vor allem die Koordination der Lieferungen;
  - die hoch spezialisierte Implementierung des VoIP-Systems selbst;
  - die in den meisten Fällen erforderlichen Adaptionen an andere Systeme;
  - die abschließende Übergabe des betriebsbereiten VoIP-Systems;
  - nicht zu vergessen: die Abrechnung.
- Nach der Übergabe geht das VoIP-System in den regulären **Betrieb**. Ziel des Betriebs, als „operation“ bezeichnet, ist die kontinuierliche und zuverlässige Sicherstellung der Systemverfügbarkeit.
- In einigen Servicemodellen bilden der Betrieb sowie die beiden Punkte **Instandhaltung und Pflege**, die „maintenance“ also, einen gemeinsamen Prozessblock. Aus Sicht der strategisch bedeutsamen Komponente **Kontinuitätsplanung** und vor allem aufgrund des wichtigen Themas **Dokumentation** halten es die Autoren für sinnvoll, diesen Block separat zu betrachten.

Jeder Service kann nur so gut sein, wie er beschrieben ist. Diese These steht und gilt insbesondere für alle Serviceprozesse rings um VoIP-Projekte. Daher findet sich, abgesehen vom ersten der sechs oben aufgeführten Anstriche, diese Struktur adäquat in einer der wichtigsten Richtlinien zur Beschreibung von IT-Services wieder, der IT Infrastructure Library (ITIL). Dieses Leitwerk, mittlerweile in seiner dritten Version (letzter Stand 2011), besteht aus einer Reihe von Büchern, daher die Bezeichnung „library“. Sie beschäftigen sich ausschließlich damit, die in einem Unternehmen anfallenden IT-Dienstleistungen als einen ganzheitlichen Prozess zu betrachten, zu verstehen und zu dokumentieren. ITIL benennt diese Phasen so:

- Dienstleistungsstrategien, -analysen und -bewertungen (service strategies),
- Dienstleistungsdesign und -planung (service design),
- Überführung der Dienstleistungen in der Praxis (service transition),
- operative Dienstleistungen, also der Betrieb (service operations),
- kontinuierliche Verbesserung der Dienstleistungen (continual service improvement).

Für jede Phase ein Buch. Damit wurde ITIL in der (neuesten) Version drei deutlich konkreter und strukturierter als in der Vorversion. Welche Aspekte, Inhalte und Fakten die Bestandteile der Dokumentation einer VoIP-Umgebung sein sollten, darauf wird in den jeweiligen Passagen innerhalb verschiedener Kapitel und Abschnitte hingewiesen.

### 1.8.2.7 Der Partnerschaftsrahmen

Es mag etwas weit hergeholt klingen, aber in der Praxis sind derart komplexe Projekte, wie sie im VoIP-Umfeld vorliegen, ohne leistungsstarke Partnerschaften kaum noch erfolgreich umzusetzen. Wirkliche Fachleute kennen daher das gern zitierte Schichtenmodell der ISO (International Standards Organization) in Form von acht statt sieben Schichten. Die achte Schicht besteht in der Politik und den Beziehungen. Viele Entscheidungen, die sich auf die Planung, die Umsetzung und den Betrieb beziehen (sie werden immer zahlreicher), sind

durch „politische“ Zusammenhänge, teils sogar Zwänge motiviert und erfolgen auf der Basis gelebter partnerschaftlicher Beziehungen.

Wer ein Unternehmen mit seinen Geschäftsprozessen versteht, dem vertraut man hinsichtlich der Planungen und der Entwicklung von Lösungsvorschlägen. Die eigenen IT-Abteilungen verfügen oft gar nicht über so umfängliche praktische Erfahrungen für die Implementierung und Adaption von VoIP-Systemen wie Systemintegratoren, die jährlich mehrere solcher Systeme aufbauen und in Betrieb nehmen. Nicht zuletzt konzentrieren sich die IT-Abteilungen vieler Unternehmen immer intensiver auf die Absicherung und Organisation der konkreten, unternehmensinternen Kommunikationsdienste und -prozesse und lassen zunehmend bestimmte IT-Dienstleistungen von externen Firmen erbringen. Früher machte der Begriff der gemanagten Kommunikationsdienste MCS (Managed Communication Services) von sich reden. Heute redet die IT-Welt nur noch von „Cloud“. Beides ersetzt die etwas verkrusteten OUT-Xing-Begriffe. Xing steht hier als Synonym für die Auslagerung einzelner Aufgabenbereiche (OUT-tasking) bzw. ganzer Prozesse nebst den dafür benötigten Technologien (OUT-sourcing). Leider wurde der Begriff „OUT“ in der Praxis von beiden Seiten oft zu wörtlich übersetzt. „OUT“, gleichbedeutend mit „RAUS und WEG“, konnte und kann nicht die Lösung der Probleme sein. Daher verspricht das MCS-Modell, seinen wesentlich partnerschaftlichen Charakter in die erfolgreiche Umsetzung von VoIP-Projekten mit einzubringen.



**PRAXISTIPP:** „Drum prüfe, wer sich ewig bindet – ob sich nicht noch was Besseres findet.“ Dieser volkstümliche Ausspruch ist in der Kommunikationsbranche aktueller denn je. Partnerschaft bedeutet nicht „Der eine ist Partner und der andere schafft“. Partnerschaften können, sollten und müssen gelebt werden. Gute Partnerschaften haben Bestand, weniger gute eher nicht. All das ist legitim und aus praktischer Sicht sinnvoll.

## ■ 1.9 VoIP im praktischen Einsatz

Am Ende der Einleitung steht die Erkenntnis, dass der erfolgreiche Einsatz von VoIP von vielen Dingen abhängt. Man braucht die richtigen Infrastrukturen, die Netze, entsprechende Komponenten und Funktionen. Plötzlich kommen neue Sicherheitsaspekte ins Spiel. Das Management und die Administration werden deutlich komplexer. Wen wundert es, wenn auf einmal Fragen im Raum stehen wie:

- Wo liegen die Einsatzgebiete für VoIP?
- Was sind die Einsparpotenziale von VoIP gegenüber der klassischen Telefonie?
- Was kostet VoIP, vor allem unter dem stark auf den Stromverbrauch abzielenden Stichwort „Grüne IT“?
- Wie sicher ist VoIP oder sollte man sagen: „VoIP – aber mit Sicherheit“?
- Worin unterscheiden sich die Architekturen der VoIP-Systeme und welche Vor- bzw. Nachteile ergeben sich daraus?

- Wer betreibt VoIP?
- Wie funktioniert eine Fehlersuche und -beseitigung im VoIP-Umfeld?
- Was muss man tun, um gut auf den praktischen Einsatz von VoIP vorbereitet zu sein?

Die nachfolgenden Abschnitte geben bereits Antworten auf einige dieser Fragen, die anderen Fragen werden in späteren Kapiteln beantwortet. Ganz sicher wird der eine oder andere Anwender, Planer, Installateur oder Betreiber an der einen oder anderen Stelle mit den Antworten der Autoren nicht völlig übereinstimmen. Das ist normal, da es derartig viele unterschiedliche Sichtweisen und Ansätze bezüglich VoIP gibt, dass es durchaus unterschiedliche Ansichten nicht nur geben kann, sondern geben sollte und muss.

### 1.9.1 Einsatzgebiete für VoIP

In den vorangegangenen Abschnitten wurden schon viele diesbezügliche Fragen angesprochen und diskutiert. Die wichtigste Frage – „VoIP JA oder NEIN?“ – steht aber noch unbeantwortet im Raum. Basierend auf den vielen Jahren praktischer Erfahrungen im Umfeld von VoIP, stellten die Autoren die folgende Liste zusammen (dabei handelt es sich um Gedanken und Anregungen für die Beantwortung dieser wichtigen Frage):

- Ist eine Telekommunikationsinfrastruktur, sprich Telefonverkabelung, vorhanden, die auch weiterhin benutzt werden kann, so gibt es keinen direkten oder gar zwingenden Grund für den Schwenk auf VoIP.
- Soll eine gemeinsam zu nutzende Infrastruktur neu – quasi „Green Field“ – geschaffen werden, liegt es nahe, alle Kommunikationsdienste über dieselbe Infrastruktur zu betreiben, und VoIP gehört dazu.
- Gerade bei sehr weiträumigen Gebäuden und Geländen gilt es häufig sehr lange Kabelwege zu überbrücken. IP bringt im LAN, mit maximal 100 Metern zwischen der Verteilertechnik und dem Anschluss, eine harte Längenrestriktion mit sich. Vor dem Einsatz von VoIP ist das Umfeld vor allem bezüglich derartiger Anforderungen zu untersuchen.
- Für den Betrieb der VoIP-Endgeräte benötigt man deutlich mehr Strom als für die klassische Telefonie. Auf jeden Fall lohnt es sich, einen Vergleich zwischen einer klassischen und einer VoIP-Lösung anzustellen.
- VoIP ist eine äußerst komplexe Technologie, ihr Einsatz bedarf eines breitgefächerten Wissens seitens aller Beteiligten (d. h. Planer, Lösungsdesigner, Installateure, Betreiber und in gewisser Weise auch Anwender). Nur wenn der gesamte hier aufgeführte Personenkreis die Fähigkeiten für den Einsatz von VoIP besitzt, kann ein VoIP-Projekt erfolgreich verlaufen.
- VoIP ist einer der Bausteine der multimedialen Kommunikation. Geht es um eine effektive und effiziente Bereitstellung multimedialer Dienste für einen dedizierten Anwenderkreis, so ist VoIP eine empfehlenswerte Technologie.
- VoIP ist nicht gleich VoIP. Die Basisfunktionen der Sprachkommunikation lassen sich auch über IP und mit Standardprotokollen recht problemlos bereitstellen. Doch spätestens beim Einsatz der nicht standardisierten Komfortleistungsmerkmale scheiden sich die Geister. Hier setzten die Hersteller auf eigene Lösungen sowohl im klassischen als



auch im VoIP-Umfeld. Standard bedeutet nicht immer automatisch VoIP und ebenso wenig bedeutet umgekehrt VoIP immer gleich Standard.

- Die Erfüllung der Geschäftsprozesse erfordert immer mehr Mobilität und Flexibilität der Anwender, sowohl auf dem Firmengelände als auch außerhalb des Unternehmens. Der Wunsch, für die Verwendung verschiedener Kommunikationsdienste möglichst nur ein Endgerät mitschleppen zu müssen, geht eindeutig in die Richtung des Einsatzes von IP-Technologien und somit auch von VoIP.
- Applikationen erleichtern in der Regel das Leben, dazu sind sie ja meistens da. Ein Großteil der Büro- und Geschäftsapplikationen wird auf Serverplattformen im IP-Netz betrieben und bereitgestellt. Je umfangreicher die Integration zwischen diesen Anwendungen und den Kommunikationsdiensten ist, desto mehr Schnittstellen werden benötigt. Über den Einsatz von VoIP besteht die Möglichkeit, trotz steigender Anzahl der zu verschaltenden Applikationen die Anzahl dafür benötigter Schnittstellen drastisch zu reduzieren. Ein Beispiel dafür sind die modernen, applikationsübergreifenden Protokolle und Dienste SIP, XML und WebRTC.
- „Der IP-Backbone ist das Koppelfeld moderner Kommunikationssysteme.“ Diese Feststellung traf einer der Autoren bereits Ende der 1990er-Jahre. VoIP setzt voraus, dass eine VoIP-fähige Infrastruktur und ein VoIP-fähiges IP-Netz vorhanden sind. Genau das erfordert eine entsprechende Untersuchung – eine sogenannte VoIP-Readyness-Analyse. Je nach Projektumfang kann diese Analyse mehr oder weniger aufwendig sein. Ohne eine solche Betrachtung darf man als verantwortlich handelnder Projektleiter, Planer und Installateur kein VoIP-Projekt durchführen. Stellt sich als Ergebnis der VoIP-Analyse heraus, dass die Umgebung den Einsatz von VoIP nicht oder nur bedingt zulässt, werden entweder die entsprechenden Voraussetzungen für VoIP geschaffen oder das VoIP-Projekt findet nicht statt.

Die Liste erhebt nicht den Anspruch der Vollständigkeit und ließe sich sicher noch mit vielen nützlichen und sinnvollen Gedanken erweitern. Das Ziel des Buchs besteht darin, praktische Anregungen zu vermitteln. Von daher stehen neben dem Inhalt auch die Übersichtlichkeit und Handhabbarkeit der gegebenen Informationen im Mittelpunkt. Dennoch sei es den Autoren gestattet, an dieser Stelle noch einen vielleicht auch provokanten Praxistipp mit auf den Weg zu geben.



**PRAXISTIPP:** VoIP nur aus Prestige Gründen einzuführen, ist blauäugig. Ebenso ist es wenig zielführend und sinnvoll, wenn nicht sogar töricht, den geplanten Einsatz von VoIP über die zusätzlichen Investitionskosten gegenüber einem klassischen Telekommunikationssystem tot zu rechnen. Der Einsatz von VoIP bedarf einer soliden Konzeption auf der Grundlage klar definierter wirtschaftlicher, ökologischer und organisatorischer Ziele mit einer eindeutigen Ausrichtung an der optimalen Unterstützung der Geschäftsprozesse durch geeignete Kommunikationstechnologien.

## 1.9.2 Ist VoIP billiger als klassische Telefonie?

Wie im letzten Praxistipp bereits angesprochen, spielen natürlich auch die Investitionskosten bei einem VoIP-Projekt eine wesentliche Rolle. Die Betonung liegt aber klar auf dem „AUCH“. Aus praktischer Sicht ist eine VoIP-Implementierung immer als Gesamtlösung zu betrachten. Dazu gehören eine ganze Anzahl weiterer und detaillierter zu betrachtenden Kostenblöcke.

- Bei nahezu allen VoIP-Projekten stellen vor allem die Endgeräte einen massiven Kostenblock dar. Bezogen auf dieselben Leistungsmerkmale sind gleich ausgestattete IP-Telefone kaum mehr teurer als ihre digitalen Pendanten. Deutliche Preisunterschiede ergeben sich hingegen bei den IP-Telefonen mit Zusatzausstattungen, wie z. B. Farbdisplays, integrierten Web-Client-Funktionen und Webkameras oder Sonderschnittstellen wie Bluetooth, USB, HDMI (High Definition Multimedia Interface) usw. Je nach Ausstattungsgrad liegen die Preise für solche Endgeräte durchaus noch in Bereichen zwischen 100 und 500 Euro und vereinzelt sogar darüber.
- Was bei den klassischen digitalen Endgeräten an Kosten einzusparen ist, wird in der Praxis durch die in den Telekommunikationsanlagen spezielle notwendige Anschlusstechnik häufig wieder aufgebraucht. Natürlich müssen auch die IP-Telefone an einem IP-Netz angeschaltet werden, doch besteht hier die Möglichkeit, ein IP-Telefon und den PC über den Miniswitch im IP-Telefon gemeinsam an nur einem Anschluss des IP-Netzes zu betreiben.
- Die Anschaffungskosten für die Teilnehmerlizenzen auf den VoIP-Anlagen unterscheiden sich kaum noch von den Teilnehmerlizenzen für die klassischen Telekommunikationsdienste. Der Wettbewerbsdruck zwischen den Herstellern reiner VoIP-Systeme und denen hybrider VoIP-Anlagen führte zu einer Nivellierung der Preise für alle Teilnehmerlizenzen.
- Ein echtes Thema sind die Kosten für den Betriebsstrom. In diesem Punkt schließen VoIP-Systeme deutlich ungünstiger ab. Unbestritten verbrauchen IP-Telefone bis zum Zehnfachen des Stroms von funktional gleichwertigen digitalen Endgeräten. Auch beim Vergleich des Stromverbrauchs der Anschlusssysteme stellen sich die VoIP-Umgebungen deutlich schlechter dar. Allein der Punkt Notstromversorgung für die Telefonie bedeutet bei VoIP-Systemen einen enormen Aufwand. Ein klassisches Telekommunikationssystem speist alle Komponenten direkt aus der Anlage, daher reicht in den meisten Fällen dafür eine zentrale Notstromversorgung aus. Bei VoIP muss die Notstromversorgung immer dort erfolgen, wo die Anschlusskomponenten stehen. Diese dezentrale Architektur ist in der Praxis häufig deutlich kostenintensiver.
- Nach den Anschaffungs- und Installationskosten kommen die Aufwendungen für den laufenden Betrieb. Der physikalische Anschluss klassischer digitaler und analoger Telekommunikationsendgeräte ist fest mit der Steuerung verdrahtet. Jeder Umzug zieht unweigerlich Aufwendungen für Veränderungen an der Verdrahtung nach sich. Anders bei VoIP, wo man über die MAC- (Media Access Control ) Adresse des IP-Telefons die physikalische Anschaltung quasi mit umzieht (siehe Kapitel 4.3 „Die MAC-Adresse“). Die Praxis zeigt, dass die Aufwendungen für Umzüge von Teilnehmern bei VoIP geringer sind als in der klassischen Telekommunikationswelt. Von riesigen Einsparungen kann jedoch keine Rede sein, zumal das Betriebspersonal sehr oft in die Rubrik „Eh da“-Kosten eingeordnet wird.

- Auf keinen Fall sollte man die Aufwendungen für notwendige Schulungen und Qualifizierungen unterschätzen. Oft benötigt das TK-Personal zusätzliches Wissen über die verwendeten IP-Funktionen und umgekehrt kennen die wenigsten IP-Netzbetreuer Dinge wie Erlang-Berechnungen usw. VoIP bringt die beiden Welten zusammen. Der Bedarf an zusätzlichen Qualifizierungs- und Schulungsaufwendungen ist nachvollziehbar.
- In der klassischen Telefonwelt dachte kaum ein Standardanwender über Sicherheit nach. Klar gab und gibt es durchaus sensitive Bereiche, in denen Sprachverschlüsselung zum Einsatz kommt. Das wurde mit VoIP deutlich anders. Alle Kommunikationsdienste über ein IP-Netz, die Einfachheit, mit der man „angeblich“ den Datenverkehr belauschen kann, und vor allem das Neue, das Unbekannte an VoIP, sind die Bedenken, mit denen sich die Anwender von VoIP rumschlagen. Das Gefühl der Unsicherheit ist bei VoIP deutlich größer. Die Schaffung eines sicheren Gefühls bei der Verwendung von VoIP bedeutet wiederum zusätzliche Aufwendungen. Hundertprozentige Sicherheit und Gefahrenfreiheit gibt es nicht. Aber wie viel Sicherheit und Gefahrenabwehr sein kann, sollte und muss, ist von VoIP-Projekt zu VoIP-Projekt sehr unterschiedlich. In einem sind alle VoIP-Projekte gleich: Man braucht ein VoIP-Sicherheitskonzept einschließlich Budget für dessen Umsetzung.
- Bei einer klassischen Telefonanlage ist der Anteil der Hardware gegenüber der Software um ein Mehrfaches größer. Die Software wurde einmal eingespielt und es gab kaum drastische Veränderungen. Der hauptsächliche Kostenblock für die Pflege und Wartung waren die vielen Hardwarekomponenten. Mit zunehmendem Einsatz von Soft-PCXen und SoftSwitches verschiebt sich dieses Verhältnis deutlich in Richtung Software. Die meisten Hersteller solcher VoIP-Systeme bringen im Jahresrhythmus neue Softwareversionen auf den Markt. Die in den Softwarelösungen steckenden Funktionalitäten werden immer umfangreicher und komplexer – das Gleiche muss man oftmals leider von den Fehlern in diesen Softwareprodukten sagen – was der Grund ist, warum VoIP-Systeme wartungs- und pflegeintensiver als klassische TK-Anlagen sind. Immer öfter werden die Komponenten der Kommunikationssoftware auf Virtualisierungsplattformen (z. B. Hyper-V, VMware, Citrix bzw. KVM) aufgesetzt. Das wird nochmals umso aufwendiger, je funktionaler und intelligenter die Endgeräte werden. SIP-Telefone sind intelligente Clients und es ist unbestritten, dass der Pflege- und Wartungsaufwand für diese Geräte um ein Vielfaches höher liegt als der für quasi dumme, terminalartige IP-Telefone.

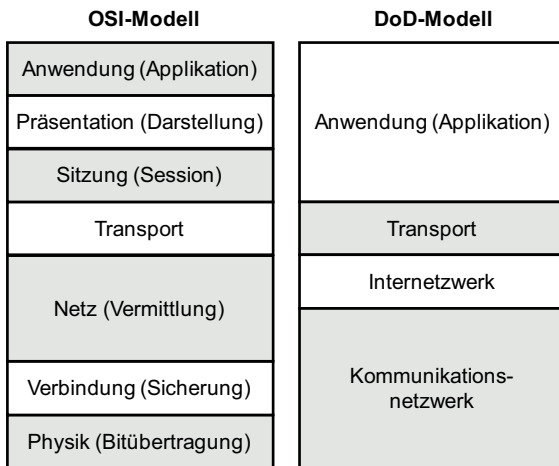
Im Ergebnis der Betrachtung all dieser Kostenblöcke wird deutlich, dass die Antwort niemals pauschal ausfallen kann. Es gibt eine breite Palette von Realisierungsbedingungen und Anforderungsprofilen, bei denen sich der Einsatz von VoIP gegenüber dem einer klassischen Kommunikationslösung als wirtschaftlicher erweist und umgekehrt.

## ■ 1.10 VoIP und das OSI-Modell

Will man über Sprache in IP, also Voice over IP, vor allem aus praktischer Sicht mitreden, sind zumindest einige Grundgedanken und vor allem einordnende Positionierungen bezüglich IP (Internet Protocol) und OSI-Modell (Open Systems Interconnection) sinnvoll, notwendig und hilfreich. Getreu dem Leitgedanken des Buchs folgt nun keine tiefgründige theore-

tische Abhandlung zu diesen beiden Themen, sondern eine Orientierung darauf, in welchem Zusammenhang sie mit der Praxis des Einsatzes von VoIP stehen.

Das IP und das OSI-Modell haben eine ähnlich lange Entwicklungszeit hinter sich. Die ersten IP-, konkreter gesagt TCP/IP-Einsätze stammen aus dem Jahr 1978, als das amerikanische Verteidigungsministerium (DoD – U. S. Department of Defence) dieses Protokoll erstmalig für den Transport von Daten zwischen miteinander verbundenen Rechnern einsetzte. Damals verwendete das DoD ein eigenes Modell zur Darstellung der Funktionsweise und Aufgaben der einzelnen Dienste bei Kommunikationsprozessen. Nur wenig später, bereits im Jahr 1979, begann die Internationale Organisation für Standardisierung (ISO) das DoD-Modell zu detaillieren und entwickelte das heute noch gültige ISO-Modell. Das OSI-Modell gestattet eine deutlich klarere Zuordnung der vielen Dienste – in der Kommunikationsfachsprache als Protokolle (protocol) bezeichnet – in den Kommunikationsprozessen in sieben Schichten. Aufgrund der Tatsache, dass die ISO es entwickelte, nennt man es oft ISO/OSI-Modell. Die Abbildung 1.4 zeigt die beiden Modelle im Vergleich.



**Abbildung 1.4**  
Das OSI- und das  
DoD-Schichtenmodell

### 1.10.1 Die Bedeutung von TCP und IP für VoIP

Die Rolle von IP bei Voice over IP lässt sich der Bezeichnung (VoIP) entnehmen: Übertragung der Sprache über ein Netzwerk mittels der Kommunikationsdienste des Internet-Protokolls. Damit ist die Einordnung von IP in das OSI-Modell klar, alle IP-Dienste gehören der dritten Schicht des Modells an, der Netzwerkschicht. Dieses Wissen ist aus praktischer Sicht für den Einsatz von VoIP sehr wichtig. In der Konsequenz bedeutet es nämlich, dass alle Komponenten zur Übertragung der für VoIP benötigten IP-Protokolle (Dienste) in der Lage sein müssen, auf Schicht 3 des OSI-Modell zu arbeiten. IP soll lediglich die Übertragung der Daten über das Netz sicher ermöglichen. Dies sagt nichts darüber aus, ob die Übertragung kontrolliert abläuft.

### 1.10.1.1 TCP – Transmission Control Protocol

Der andere Teil von TCP/IP (Transmission Control Protocol) ist die Familie der kontrollierten Weiterleitungsprotokolle TCP. Die Bezeichnung dieser Protokollfamilie drückt bereits deren Funktion und Positionierung aus. Bei ihren Diensten handelt es sich um Protokolle für den Datentransport mit der besonderen Eigenschaft, dass die Übertragung, die Weiterleitung der Daten kontrolliert erfolgt. Die Kontrollfunktionen sind höchst unterschiedlich. Damit gehören die TCP-Protokolle ganz klar zu Schicht vier des OSI-Modells, auch Transport- oder Weitervermittlungs- oder Transmissionsschicht genannt. So wie der Internet Ingenieurverband IETF (Internet Engineering Task Force) TCP im RFC 793 (Requests For Comments) definierte, hat TCP die folgenden Charakteristika:

- gesicherte Datenintegrität mittels eingebauter Fehlererkennung und -korrektur in Form der Prüfsummenbildung,
- kontrollierter Auf- und Abbau von direkten Ende-zu-Ende-Verbindungen,
- Überwachung des Datenflusses mit Anpassung der Paketgröße,
- Sicherstellung der richtigen Reihenfolge der übertragenen Datenpakete,
- Kontrolle und Steuerung der Übertragungszeiten, sowohl für Empfangsbestätigungen als auch für die ggf. notwendige Wiederholung der Sendeprozesse.

Genau diese Eigenschaften, also ein verbindungsorientiertes und zuverlässiges Übertragungsverhalten, machen TCP für die Übertragung qualitätssensitiver Daten besonders geeignet. Andererseits benötigen diese Funktionen Ressourcen und letztlich Zeit für deren Anwendung während der Datenübertragung. Das wiederum macht TCP langsamer als UDP. Da beißt sich die Katze sozusagen in den Schwanz. Sprache stellt genau solche qualitäts- und gütesensitiven sowie gleichzeitig sehr stringenten Anforderungen an die Übertragungszeit sowie das Synchronverhalten. Man hat mit TCP eigentlich eine brillant geeignete Protokollfamilie, nur werden die Dienste unter Verwendung von TCP ggf. leider langsamer.

### 1.10.1.2 UDP – User Datagram Protocol

Ergo: Es musste etwas Schnelleres her. Man überlegte sich, ob denn jeder Kommunikationsdienst all diese tollen und an sich sinnvollen Funktionen wirklich benötigt. Weil dies offensichtlich nicht immer der Fall ist, wurde das Nutzer-Datagramm-Protokoll UDP (User Datagram Protocol) entwickelt und später im RFC 768 definiert. Genau wie TCP arbeitet UDP auf Schicht vier des OSI-Modells. Bei UDP verzichten die Dienste auf gesicherte Ende-zu-Ende-Beziehungen, es wird einfach weitergeleitet. Ebenso verläuft der gesamte Transportweg gänzlich unkontrolliert, d.h., die Datenpakete suchen sich ihren eigenen Weg über das Datennetz. Die richtige Reihenfolge der Datenpakete ist UDP egal und wird nicht garantiert. Lediglich auf die Datenintegrität wollte man nicht verzichten und so nutzt auch UDP die Prüfsummenbildung für die Fehlererkennung und -korrektur. Das macht UDP deutlich schneller als TCP. Somit ist klar, dass sich UDP immer dann eignet, wenn Applikationen und Anwendungen nur kleine Datenmengen zu transportieren haben und Echtzeitanforderungen eine Rolle spielen.



**PRAXISTIPP:** Bei der praktischen Umsetzung von VoIP schlugen sich die oben angeführten Fakten in der Weise nieder, dass für die Steuerungs- und Signalisierungsprozesse mehr TCP und für die reine Übertragung der Sprachdaten meistens UDP zum Einsatz kommt. Leider gibt es jedoch immer noch VoIP-Systeme am Markt, die keine getrennte Übertragung der Signalisierungs- und Sprachdaten unterstützen. Solche VoIP-Systeme sind in keiner Weise zu empfehlen. Allerdings setzen sich immer mehr Signalisierungsprotokolle, wie z. B. das im RCF 3261 definierte SIP (Session Initiation Protocol), durch, die sowohl mittels UDP als auch über TCP arbeiten können. Da man für die Sprachübertragung sowohl Signalisierung als auch die Sprachweiterleitung selber benötigt, müsste Voice over IP eigentlich und konsequenterweise Voice over TCP/IP heißen. In der Praxis ist VoIP natürlich einfacher zu merken. Doch die Zusammenhänge darf man niemals vergessen oder unterschätzen.

### 1.10.2 Geht Sprache auch auf Schicht zwei?

Nun ist die Sprache, wie in den oberen Abschnitten beschrieben, ein sehr anspruchsvoller Kommunikationsdienst. Der Wunsch besteht darin, dass die abgesendete Sprache in möglichst unverändert hoher Güte und Qualität beim Empfänger ankommt. Vor allem wenn die Sprache über Datennetzwerke übertragen werden soll, bedarf es einiger intelligenter Funktionen, mittels deren sich die Sprachqualität und -güte absichern lässt.

Bis vor wenigen Jahren setzten viele Hersteller und Betreiber von Datennetzen, insbesondere die Carrier, auf ATM (Asynchronous Transfer Mode) als hoch robuste und vor allem deterministische Übertragungstechnologie. Mittlerweile haben die MPLS-Technologien (MultiProtocol Label Switching) ATM, zumindest aus den Unternehmensnetzen, nahezu völlig verdrängt (siehe Abschnitt 3.1.3.1 „MPLS (MultiProtocol Label Switching)“).



**PRAXISTIPP:** Dennoch ist die Einfachheit der Dienste in der zweiten Schicht des OSI-Modells vor allem für die Dienstbereitsteller und -betreiber äußerst reizvoll. Die IP-Dienste werden immer zahlreicher, vielfältiger und vor allem anspruchsvoller. Wen wundert es also, dass vor allem von den Betreibern sehr großer Netze mit vielen Kommunikationsdiensten immer öfter der Wunsch geäußert wird, wieder Kommunikationstechnologien einzusetzen, die auf Schicht zwei des OSI-Modells arbeiten. „Back to the roots“, könnte man da sagen. Mehr denn je stehen Schicht-zwei-Technologien wie Virtuelle Lokale Netzwerke VLAN (Virtual Local Area Network), Vermittlung von einzeln markierten Multi-Protokoll-Diensten auf Schicht 2 MPLS (Multi-Protocol Label Switching) und in letzter Zeit vor allem die Virtuellen Privaten LAN-Dienste VPLS (Virtual Privat LAN Services) im Fokus der Netzbetreiber.

In Kapitel 5 („Protokolle und Dienste für VoIP“) gehen wir detailliert auf die wesentlichen Dienste und Protokolle im VoIP-Umfeld sowie die der klassischen Telekommunikations-

technologie ein. Da jede Kommunikation entsprechende Kommunikationsöffnungen, sogenannte Ports, benötigt, ist diesem Thema das Kapitel 7 („Ports, Kanäle und Bündel“) gewidmet.

### 1.10.3 VoIP und das ISO/OSI-Modell

Bisher fand und findet VoIP scheinbar lediglich in den Schichten drei und vier des OSI-Modells statt. Grundsätzlich und rein sachlich betrachtet, ist das korrekt. Dennoch existieren viele Kommunikationsdienste, -aufgaben und -funktionen im VoIP-Umfeld, die ganz klar auf den anderen Schichten des OSI-Modells arbeiten. Um dies besser zu verstehen und zu verdeutlichen, muss man sich die Schichten im Einzelnen ansehen (der Einfachheit wegen von unten nach oben).

#### 1.10.3.1 Die erste Schicht – physikalische Schicht

Hierbei handelt es sich um die Ebene der rein physikalischen Kommunikationsfunktionen, die in Leitungen und Drähten verwendeten digitalen, optischen und elektrischen Signale sowie akustischen und elektromagnetischen Wellen für die drahtlose Kommunikation. Natürlich gehören die Kabel, Stecker, Buchsen, Kupplungen usw. ebenso zu dieser physikalischen Schicht. Für den Betrieb von Kommunikationssystemen und -komponenten benötigt man Betriebsstrom. Demzufolge zählt die Stromversorgung der Kommunikationsgeräte ebenso zu Schicht eins. Gerade das Thema Stromversorgung spielt im VoIP-Umfeld eine enorm wichtige Rolle. Insbesondere für die Sprachkommunikation und vor allem für die notwendige Umwandlung der Sprache für den Transport über den jeweiligen Dienst kommen die sogenannten Codecs zum Einsatz (siehe Abschnitt 3.3.2 „Die Kodierung der Sprache“): Prozessoren und Prozesse für die Umwandlung der Sprache in das jeweilige Format des genutzten Kommunikationsdienstes.

Für das VoIP-Umfeld besonders wichtige Protokolle und Dienste sind die vom Institut der Elektro- und Elektronikingenieure IEEE definierten (Institute of Electrical and Electronics Engineers):

- **IEEE 802.3** – die Definition des Grunddienstes und der Basis von Ethernet, der überprüfte Mehrfachzugriff auf das Übertragungsmedium mit Erkennung von Kommunikationskollisionen CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection). Das bedeutet mit Blick auf die Sprachkommunikation: Erst reinhören, ob schon jemand spricht, um ggf. seinen Sprachfluss nicht zu stören. Wenn nein, kann man selber anfangen zu sprechen. Wenn ja, einen unbestimmten Augenblick warten und es erneut versuchen. Sollte man nach Beginn des Sprechens feststellen, dass noch weitere Sprache stattfindet, wird die eigene Sprache abgebrochen, und man versucht es nach einer undefinierten Zeitspanne komplett neu.
- Die beiden Standards **IEEE 802.4** (Token Bus) und **IEEE 802.5** (Token Ring) böten zwar, bedingt durch ihre klaren und vor allem deterministischen Übertragungsfunktionen, ein deutlich besseres Übertragungsverhalten für VoIP, doch, wie bereits bezüglich ATM angemerkt wurde, gewinnt nicht immer die vermeintlich besser geeignete Technologie. Beide Verfahren spielen heute nur noch eine untergeordnete Rolle und finden bei VoIP keine Anwendung mehr.

- Anders hingegen der Standard **IEEE 802.11** – er beschreibt die Funktionen für die Kommunikation in drahtlosen Lokalen Netzwerken WLAN (Wireless Local Area Networks). Dieser Grundstandard hat mittlerweile eine Vielzahl von Unterstandards. Der jüngste von ihnen ist der IEEE 802.11ac (als Nachfolger von 802.11n) und IEEE 802.11ad, insbesondere über breitbandige Multimediaübertragung. Die Kommunikationswelt und die entsprechenden Anforderungen werden immer mobiler. Daher verwundert es nicht, dass der praktische Einsatz von Voice over WLAN deutlich auf dem Vormarsch ist.
- **IEEE 802.16** – ein weltweiter Standard für Interoperabilität von Zugangsfunktionen mit Mikrowellentechnologien WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) hat sich in der Praxis nicht wirklich durchsetzen können.

### 1.10.3.2 Die zweite Schicht – Sicherungsschicht

Sie dient der Sicherung, genauer gesagt dem kontrollierten Zugang zum Netz, sowie der Verbindungs- und Prozesssicherheit. Eine der auch für VoIP essenziellen Funktionen dieser Schicht ist der zuverlässige Medienzugang, also die Medienzugangskontrolle MAC (Media Access Control). Jedes Element, jede Komponente, die in einem Netz kommunizieren möchte, muss ein-eindeutige Merkmale für die Medienzugangskontrolle aufweisen. Das ist die eindeutige MAC-Adresse. Jedes IP-Telefon, jedes IP-Mediagateway und natürlich die VoIP-Anlagen selbst haben eine eigene MAC-Adresse, denn nur so bekommen die Genannten einen kontrollierten Zugang zum IP-Netz. In Kapitel 4 („Nummern, Namen und Adressen“) wird das Thema eingehender beschrieben. Zu den Sicherungsfunktionen dieser Schicht zählen ebenso die Flusssteuerung und die Fehlerkorrektur mittels Prüfziffern.

### 1.10.3.3 Die dritte Schicht – Vermittlungsschicht

Auch als Netz-, Weiterleitungs- oder Vermittlungsschicht bezeichnet; in ihr finden die Protokolle und Dienste von IP statt. In Abschnitt 1.10.1 wurde bereits näher darauf eingegangen. Die für VoIP wichtigsten IP-Dienste dieser Schicht sind folgende:

- Das Protokoll zur Auflösung und Steuerung der Relation zwischen der physikalischen MAC und der logischen Netzwerkadresse, der IP-Adresse, ist das ARP (Address Resolution Protocol), das im RFC 826 definiert ist.
- Das im RFC 903 definierte RARP (Reverse Address Resolution Protocol), die Abfrage und Zuordnung einer IP-Adresse zu einer physikalischen Adresse, ist heute kaum noch im Einsatz, da es vom DHCP (Dynamic Host Control Protocol) verdrängt wurde.
- Das Internet-Kontroll-Mitteilungs-Protokoll ICMP (Internet Control Message Protocol), definiert im RFC 792, ist hingegen nach wie vor im Einsatz. Seine wesentlichen Aufgaben liegen im Austausch der Informationen über den augenblicklichen Stand des IP-Netzes zwischen IP-Routern. Somit ist ICMP für VoIP ein wichtiges Protokoll.
- Natürlich ist es das IP selber, in der Version 4 (RFC 791 und weitere) und Version 6 (RFC 2460 und weitere).
- Die vielen Vermittlungsprotokolle (Routing), angefangen von RIP (Routing Information Protocol/RFCs 1058, 2453, 2080), über OSPF (Open Shortest Path First/RFC 2740) bis hin zu BGP (Border Gateway Protocol/RFC 4271).
- Ein wichtiges Protokoll realisiert den gesicherten Transport: IPSec (IP Security). Den aktuellen Stand definieren die RFCs 4301–4309.



### 1.10.3.4 Die vierte Schicht – Transportschicht

Die Transport- bzw. Transmissionsschicht beherbergt alle Protokolle und Dienste für den Transport der Daten im Netz. Die beiden, vor allem auch für VoIP wichtigsten Protokollfamilien sind TCP und UDP. Die Hauptaufgaben der Dienste und Funktionen dieser Schicht wurden in Abschnitt 1.10.1 diskutiert. Das für VoIP wohl maßgeblichste Protokoll dieser Schicht ist das Echtzeit-Transfer-Protokoll RTP (Realtime Transport Protocol) und sRTP (Secure Realtime Protocol), definiert im RFC 3550 und RFC 3711. Mittels dieser Protokolle wird die Sprache in Datenpaketen eingepackt über das IP-Netz transportiert. Genau dieses und die anderen insbesondere für VoIP wichtigen Protokolle erfahren in Kapitel 5 „Protokolle und Dienste für VoIP“ eine nähere Betrachtung.

### 1.10.3.5 Die fünfte Schicht – Sitzungsschicht

Sie dient vorwiegend dazu, die Sitzungen (Sessions) zu kontrollieren, zu steuern und ggf. auftretende Probleme zu beheben. Eines der wichtigen Protokolle ist das Fernzugriffsprotokoll zur Prozesskontrolle RPC (Remote Procedure Call), ursprünglich definiert im RFC 707 und später durch weitere RFCs spezifiziert. Die Sitzungsprotokolle spielen für VoIP dahingehend eine Rolle, als sie z.B. ausgefallene oder unterbrochene Transportverbindungen wieder synchronisieren können.

### 1.10.3.6 Die sechste Schicht – Darstellungsschicht

Im Prinzip ist sie eine Zwischenschicht und hat eine Interoperabilitätsfunktion zwischen der Sitzungs- und der Applikationsschicht. Sie dient im Wesentlichen dazu, die Daten der Sitzungsschicht so aufzubereiten, dass sie von den Applikationen interpretiert und dargestellt werden können. In diese Schicht gehören Funktionen wie:

- die Zeichendarstellung an sich, z.B. ASCII (American Standard Code for Information Interchange);
- Datenkompression;
- Datenverschlüsselung.

### 1.10.3.7 Die siebte Schicht – Applikationsschicht

In dieser Schicht agieren die Dienste der eigentlichen Datenverarbeitung bzw. -verwendung, die Applikationen. Sie interpretieren die übermittelten Daten und machen sie so für den Benutzer verwendbar. So gesehen ist Sprache eine Applikation. Die Anzahl und vor allem der Variantenreichtum an Applikationen werden immer größer. Dennoch existieren einige grundlegende Dienste und Applikationen, die insbesondere im VoIP-Umfeld eine große Bedeutung haben. Dazu zählen z.B.:

- ungesicherte Managementprotokolle, wie Telnet (TeletypeNetwork/RFCs 854 bis 861), FTP (File Transfer Protocol/RFC 959), SNMP (Simple Network Management Protocol/in den neuesten RFCs 3410 ff.) usw.;
- ihre gesicherten Pendanten, wie SFTP (Secured FTP/RFC 255), SSH (Secure Shell/RFCs 4250 und folgende) als Ersatz für Telnet usw.;
- die Protokolle und Dienste zur Darstellung von Dateninhalten, wie die der Familie von SOAP (Simple Object Access Protocol oder auch Service Oriented Architecture Protocol),

zu denen beispielsweise HTTP (Hypertext Transfer Protocol), XML (Hypertext Transfer Protocol) und insbesondere WebRTC gehören;

- ebenso die Dienste zum Austausch und zur Verarbeitung von Mitteilungen, wie IMAP (Internet Message Access Protocol/Version 4 im RFC 3501), POP3 (Post Office Protocol Version 3/RFC 1939 und andere), SMTP (Simple Mail Transfer Protocol/RFC 821 und aktuell als ESMTP im RFC 2821) usw.
- Obwohl es „Protokoll“ heißt, ist SIP dem Grunde nach eine Applikation und gehört damit eindeutig auf die Schicht sieben. Mit SIP lassen sich Kommunikationsdienste initiieren, steuern und beenden, aber auch Mediendaten übertragen. SIP dient zur Kommunikation zwischen und mit Endgeräten und Applikationen sowie als Anschluss zum Carrier.

Die Liste der Applikationen ließe sich schier endlos fortsetzen, doch würde das den Rahmen und vor allem den Sinn dieses Buchs sprengen. Dem Thema Applikationen ist ein eigenes Kapitel 8 („Applikationen im VoIP-Umfeld“) gewidmet.



**PRAXISTIPP:** Für die erfolgreiche Planung, Umsetzung und Realisierung von VoIP-Projekten bedarf es oftmals noch einer Vielzahl von Funktionen auf der **achten Schicht – die Beziehungsschicht**. Dazu gehören Dinge wie Akzeptanz durch die Nutzer, die Beziehungen und die Zusammenarbeit zwischen klassischen Fernmeldern und IP-Netzwerkern. Diese Funktionen sind zwar nirgends standardisiert, doch schmälert das nicht ihre Wichtigkeit bezüglich des Erfolgs in VoIP-Projekten.

## ■ 1.11 Essenz

Die menschliche Sprache hat ungeheuer viele Facetten, Charaktere und natürlich Funktionen. Sie mittels moderner Kommunikationstechnologien zu übertragen, stellt die Hersteller, Betreiber und Benutzer dieser Technologien vor eine Vielzahl von Herausforderungen. Eine der maßgeblichen Anforderungen der Sprache ist ihre „Echtzeit“-Funktionsweise. Bereits im Mittelalter fanden die ersten Versuche statt, die Sprache über längere Distanzen bzw. durch schallundurchlässige Räumlichkeiten zu übertragen. Aus dem Sprach„rohr“ wurde die Sprach„leitung“. Der Ansporn für die Erfindung der Telefonie war groß. Dennoch gibt es nicht DEN Erfinder, sondern viele schlaue Köpfe, die dazu beitrugen, dass wir heute so telekommunizieren können, wie wir es täglich tun.

Im Rückblick auf die einleitenden Seiten dieses Buchs wird klar erkennbar, welche Komplexität und Vielseitigkeit im Thema VoIP stecken. In der Theorie hört sich VoIP sehr gut an. Erst in der Praxis wird sich jedoch erweisen, wer VoIP gut verstanden hat. Bezogen auf den Entwicklungszeitraum der Telefonie, steckt VoIP noch in den Kinderschuhen. Reflektiert auf die Geschwindigkeit, mit der sich VoIP entwickelte, kann man sich nur wundern. Die Thesen spiegeln die Anforderungen und Bedürfnisse der Anwender wider. Sie weisen die Richtungen, in die man blicken kann, sollte und oftmals muss, um erfolgreich VoIP-Projekte umzusetzen, denn nur mit einem klaren Blick in die richtige Richtung lassen sich Fragen

wie „VoIP – ja oder nein?“ und „Was kostet VoIP?“ fundiert beantworten. Die folgenden Kapitel erörtern die in der Einleitung angeschnittenen Themenbereiche wesentlich detaillierter. Als Leitgedanke und roter Faden dient das Modell der IP-Transformation. VoIP von der physikalischen Basis bis hin zu organisatorischen, informellen und formalen Themen wie der Dokumentation.

# Index

## Symbole

1TR6 173  
1TR67 174  
1TR118 174, 196, 205  
3DES 135  
3PTY 237  
10Base5 53  
10GBase-T 47  
40GBase-T 48  
100Base-T4 47  
802.11a 100  
802.11ac 100 f.  
802.11ad 100  
802.11b 100  
802.11d 100  
802.11e 100, 108 ff.  
802.11g 100  
802.11h 100  
802.11i 100  
802.11n 100 ff.  
802.11r 100  
1000Base-T 47  
(DDI 221  
μ-law 213

## A

AaaS 343  
AAL5 135  
ACD 248, 251 ff., 302, 304  
ACELP 115 f.  
ACK 125  
ACL 433  
ADPCM 115 f.

ADS 240, 242  
ADSL 97 f.  
AEC 213  
AES 105, 184, 412, 426  
AGC 213  
AH 125 f.  
AITSS 239  
AKZ 147 f., 165  
a-law 213  
ALF 374  
ALG 79, 85 ff., 203 f., 208, 424  
All-IP 92  
AMDS 296  
AOC 240 f.  
AP 102 f.  
API 194, 200, 202, 209 f., 212,  
216  
APP 129  
ARM 108  
ARP 139, 150  
ASCII 39  
ATM 91, 96 f., 135  
Autonomiezeit 106  
AVA 157  
AVISO 484  
AVLAN 157

## B

BGP 38, 82  
BHCA 321  
BHCC 321  
BLF 255  
BOOTP 187  
BRI 174, 192

BSI 334, 354  
BSI TL-02103 354

## C

C++ 212  
CA 208f.  
CaaS 331ff., 341, 347ff., 367ff.  
CaaS CSP 331f., 349, 352, 355ff., 361f.  
CAC 98, 108, 265, 387, 391f., 469  
CAPEX 336f., 345f., 349, 364  
CCaaS 346  
CCBS 233, 235f.  
CCNR 233, 236  
CCSS 233  
CD 228, 232  
CDR 393, 472  
CELP 116  
CEO 454  
CFB 228, 230  
CFDDI 230  
CFNR 228, 230  
CFU 228f.  
CFUWA 230  
CFVM 230f., 234  
CHAP 428  
CIA 401  
CID 257  
CIO 454  
CLID 222  
CLIP 221ff., 226, 422  
CLIR 221, 223ff., 422  
CLIRO 225  
Cloud-PCX 315  
Cluster 324  
CMDB 396, 453  
CNG 116  
CNIP 221  
CNIR 221  
COBIT 405  
Codec 115, 117, 120, 135, 137, 464, 479  
COISS 239  
COLP 221, 226, 422  
COLR 221, 226, 422  
Community Cloud 339, 342  
CONF 237  
COSS 228  
CPU 321, 336, 422, 430

CRED 239, 241  
CSB 332, 335, 338, 344, 347, 349, 356, 361f.  
CSC 332, 335, 338, 342, 344f., 347, 356, 363  
CSI 397  
CSMA/CD 37  
CSP 331f., 336ff., 341f., 344f., 347ff., 352, 353, 354ff., 359, 361, 365, 367f.  
CSP-Lock-In 353  
CSRC 128  
CSS 210, 239  
CSTA 23, 255, 267, 269  
CT 228  
CTI 23, 25, 136, 313, 349, 460  
CTO 454  
CUG 239f.  
CW 233f.

## D

Datenintegrität 105  
Datenkonsistenz 104  
Datensicherheit 105  
dB 480  
DDI 148, 221f.  
DECT 99, 104f., 111, 176, 200, 312  
Delay 116, 118  
DENIC 167f.  
DES 426  
DHCP 22, 38, 105, 155ff., 395, 430, 433  
DHCP-Lease-Time 155f.  
DiffServ 122f.  
DISA 221, 244, 256f.  
DMZ 85  
DNS 22, 166ff., 395, 413f.  
DOA 438  
DoD 34  
DoS 207, 410, 414f., 426  
DOS 218  
DSCP 123  
DSL 21, 92, 97f., 138, 469  
DSP 62, 84, 119, 136, 326, 427, 464, 495  
DSS1 174  
DTLS 210f., 218  
DTMF 253  
DWDM 55

**E**

E.164 142f., 165, 169f.  
 EAP 428f.  
 EAPoL 429  
 EAP-PEAP 428  
 EAP-TLS 428  
 EAP-TTLS 428  
 EAZ 173  
 ECM 189  
 ECMA 177, 203, 269  
 ECN 123  
 ECT 228f.  
 EDGE 76  
 EFL 123  
 EFW 123  
 EMI 52  
 ENUM 168ff., 372, 395, 413f.  
 EPRD-97 439  
 ERLANG 89, 134f., 137ff., 260, 262, 265, 485  
 ESD 52  
 ESP 125f., 135  
 ETB 254  
 ETCI 177  
 Ethernet 92, 96, 135f.  
 ETSI 173  
 EVT 58, 62

**F**

FDDI 92, 121  
 FIN 125  
 FoIP 136  
 FTAM 441  
 FTP 39, 180, 182f., 186, 419, 431  
 FTTD 44  
 funktionale Ausrichtungen 90

**G**

G.114 118f.  
 G.711 115, 135ff.  
 G711 213, 217  
 G.721 115  
 G.722 115, 117, 136  
 G722 213  
 G.722.2 115, 117  
 G.723.1 115, 120, 135ff.  
 G.726 115f.

G.727 115  
 G.728 116  
 G.729 116f., 135f.  
 GAN 90f., 152  
 Gateway 326f.  
 geografischer Wirkungsbereich 90  
 GKZ 144  
 GPRS 76  
 GSK 407f.  
 GSM 76, 452

**H**

H264 214  
 H.323 108, 409f.  
 H323 85, 171  
 Handover 103, 106, 109, 312  
 HDD 336  
 HDMI 65  
 HFC 91f.  
 HSDPA 76  
 HSRP 82  
 HSUPA 76  
 HTML 210  
 HTML5 210  
 HTTP 40, 182, 202, 211, 431  
 HTTPs 355  
 HTTPS 202  
 HVT 45, 58, 62  
 hybrid 313  
 Hybrid Cloud 339, 343, 352  
 Hypervisor 336

**I**

IaaS 339, 343ff.  
 IaaS CSP 344f.  
 IAD 97f.  
 IAE 66f.  
 IANA 167, 262  
 IAP 332  
 ICANN 167  
 ICE 212, 214f.  
 ICMP 38, 160, 431  
 Identität 104  
 IEC 437, 439  
 IEC 60050 437  
 IEC 61709 439

IEEE 37, 150, 159  
 IEEE 802.1aq 83  
 IEEE 802.1p 94, 121  
 IEEE 802.1Q 121  
 IEEE 802.1x 103, 105, 424, 428  
 IEEE 802.3af 71  
 IEEE 802.3at 71  
 IEEE 802.11 99, 109  
 IEEE 802.11e 108, 468  
 IEEE 802.11i 428  
 IEEE 802.11n 100  
 IETF 195, 204, 209, 218, 375  
 IHL 154  
 IM 240, 242  
 IMAP 40  
 IMAPv4 194  
 Informationsschutz 104  
 Integrität 104, 125  
 IoT 209f.  
 IP 89 ff., 97, 105 ff., 117 ff., 124 ff., 131 ff., 152 ff.  
 IP-Centrex 318  
 IP-enabled 313  
 IP-Mediagateway 452  
 IP-PCX 311  
 IPSec 38, 124 ff., 355  
 IPSEC 180  
 IPTaaS 346  
 IP-Transformations-Modells 89  
 IPv4 94, 122, 151 ff.  
 IPv6 94, 122, 151 ff.  
 ISDN 92, 98, 127, 134, 173 ff., 185, 192 f., 422  
 ISO 28  
 ISO/IEC 27001 350 f.  
 ISP 332  
 ITIL 28, 377, 396 f., 405, 452 f.  
 ITU 142, 173, 189, 195, 204, 219, 221, 228 f., 233,  
 237, 239  
 ITU-T 115 f., 118 f., 219  
 IVR 253

## J

JavaScript 210, 212  
 Jitter 118, 129, 131, 473  
 Jitterbuffer 118 f., 129, 131

## K

KIZ 306 f.  
 Konfigurator 419  
 KonTraG 406  
 Koppelfeld 325

## L

LAN 89 ff., 96, 98, 100 ff., 104, 108, 121, 127,  
 134 f., 152, 467  
 Laufzeitschwankung 118 f., 138  
 LCR 256  
 LDAP 162 ff., 167  
 LDAPs 355  
 LD-CELP 116  
 LDIF 165  
 LH 228, 232  
 LINUX 321, 429  
 LKZ 142 f.  
 LLDP 159  
 LLDP-MED 157, 159  
 LOG 420  
 LPC 116  
 LTE 11, 17, 22 f., 76, 98  
 LWL 21, 44 f., 54 f., 91

## M

MAC 32, 38, 65, 78 ff., 94, 121, 141, 149, 150 f.,  
 156, 393, 423, 432, 434, 450  
 MAN 90 f., 100, 135, 152  
 MAPI 268  
 MC 237  
 MCID 221, 227  
 MCS 19, 29, 445  
 MD5 135, 428  
 MDM 201  
 MEGACO 409  
 Metadirectory 165  
 MGCP 410 f.  
 MIB 375  
 MIL 438 f.  
 MIL-HDBK-217 438  
 MKZ 142  
 MLHG 232 f.  
 MLPP 239 f.  
 MLT 115  
 MMSS 239

Modem 46, 67  
MOH 234, 449  
MOS 113 ff., 117, 119, 393, 473  
MP3 194  
MPLS 36, 57, 92 ff., 136 f.  
MP-MLQ 115  
MPSS 237  
MSN 173 f., 205, 221 f.  
MTBF 333, 437, 441  
MTTF 437  
MTTR 436, 441  
MWI 286

## N

NAPT 126  
NAT 126, 208, 214 f.  
NENA 144  
NGA 92  
NGN 92  
NIC 336  
NISS 221  
NIST 334  
NMS 423  
Noise Cancellation 465  
NPD 148  
NSP 332  
NTP 130, 186 f., 402

## O

ONKZ 142 f.  
OPEX 337, 341 f., 345 f., 349, 362,  
364  
Opus 116  
OPUS 213 f., 217  
OSI 33 ff., 323, 423, 434  
OSPF 38, 81 f., 324  
OUT-Sourcing 444  
OUT-Tasking 444

## P

PaaS 339, 343, 345, 347  
packet loss 473  
Packet Loss 119  
Pager 111  
Paketverlust 119 f., 129, 136, 138

PAN 90  
PAP 428  
PBX 310  
PCM 115 f.  
PCX 311  
PDA 110  
PDF 190  
PIM 255 f.  
PiMF 46  
PKI 428  
PMX 173  
PMxA 175  
PNP 239 f.  
PoE 55, 58, 70 ff., 159  
POH 437  
POP3 40, 194  
PPP 127, 135 ff.  
PPTP 135  
PPU 349  
PRI 239, 241  
Private Cloud 339 ff.  
PSH 125  
PSK 105  
PSM 109  
PSTN 92, 158  
PT 128 ff.  
PTT 110  
Public Cloud 339 ff.

## Q

Qdu 480  
QoS 89, 91, 93, 96 f., 99 f., 103, 106, 108, 113,  
121 f., 129, 132, 138, 426, 468, 484, 490  
QSIG 171, 177 f., 203

## R

RADIUS 105, 423  
RAM 336  
RARP 38  
Rauschunterdrückung 465  
RC 130  
RCELP 116  
RCP 182  
REST 180, 200, 202, 268  
REV 240 f.  
R-Faktor 478



- RFC 2402 125
  - RFC 2406 125
  - RFC 2474 122
  - RFC 3168 122 f.
  - RFC3489 208, 215
  - RFC5389 215
  - RFC5766 215
  - RFC6156 215
  - RFC7065 215
  - R-Formel 474
  - RIP 38, 81
  - RLOGIN 182
  - RNP 145 ff.
  - Roaming 103, 106 f., 109, 312
  - Root-Nutzer 419
  - round trip 118, 120
  - Router 422, 430 f.
  - RPC 39
  - RR 129, 131
  - RSH 182
  - RST 125
  - RTCP 124, 129 f., 132, 180, 264, 393
  - RTCPeerConnection 210
  - RTP 39, 124, 128 ff., 135, 137, 172, 180, 188, 213, 218, 262, 264, 393, 411 f., 426 f., 460
  - RTU 349
- S**
- SO 192 f.
  - SaaS 339, 343, 345 f.
  - SAN 90 f.
  - SB-ADPCM 115
  - SBC 44, 79, 84 ff., 203 f., 208, 217, 265, 374, 424 f.
  - SBP 433
  - SCP 180, 183 f.
  - SDEC 129, 131 f.
  - SDH 57
  - SDK 210
  - SDP 198 f., 208
  - SDSL 97
  - Self-Service 332, 335, 337, 339, 348 f., 356, 365
  - SELP 116
  - S/FTP 46, 48, 51
  - SFTP 39, 355
  - Signalisierung 426
  - SIP 9, 24, 31, 33, 36, 40, 79, 83 ff., 108 ff., 168 f., 171, 174, 180, 182, 184, 186, 194 ff., 216 ff., 409 ff.
  - SIP-Proxy 109
  - SIP-Registrierungsdienst 109
  - SIPs 355
  - SLA 371, 378, 445
  - SLM 378
  - SMTP 190, 194, 198
  - SND 193 f.
  - SNMP 180, 183 f., 372, 375 f., 392, 394 f., 431
  - SOA 24
  - SOAP 39, 180, 200, 202, 274 f., 279
  - SoftSwitch 315 f.
  - Software-Installateur 419
  - SPAM 207
  - SPB 83
  - SPIDR 439
  - SPIT 207
  - SR 129 f.
  - SR-332 438
  - sRTP 355
  - SRTP 129, 210 f., 213, 218, 411 f., 426
  - SSH 180, 183, 355, 431
  - SSID 105
  - SSIP 410
  - SSL 184
  - SSO 346
  - SSRC 128, 130
  - SSS 239
  - STMR 480
  - STP 46, 48, 50, 83
  - STUN 208, 212, 214 f.
  - SVP 108
  - SYN 125
- T**
- T.38 136
  - TAE 66 f.
  - TAPI 270
  - TCP 124, 138, 154, 179, 181, 196, 199, 262 f.
  - TCP-Wrapper 430 f.
  - TDM 313, 411
  - TEG 43, 45, 61 ff., 70 ff.
  - TEI 174 f.
  - Telnet 39
  - TELNET 181 ff.

TFTP 182  
 TIA/EIA 47, 68  
 TIFF 190  
 TKG 144  
 TKG §66 223  
 TKG §101 227  
 TLD 166  
 TLS 184, 199, 202, 208 f., 218, 355, 428  
 TNR 142 f.  
 TOS 93 f., 122, 154  
 TP 240 f.  
 TPID 121  
 TR 62380 439  
 TTL 154  
 TTS 267, 287  
 TURN 212, 214 ff.  
 TURN Relay Server 215

## U

UAC 197  
 U-APSD 109 f.  
 UAS 197  
 UCaaS 346  
 UDP 124, 135, 137 f., 154, 182 f., 187 f., 196, 199, 208, 214 f., 218, 262 ff.  
 UMS 136, 168 f., 194, 203, 231, 282  
 UMTS 76, 98  
 UNIX 429, 431  
 Updates 419  
 Upgrades 419  
 URG 125  
 URL 211  
 UTP 46, 48, 50 f.  
 UUS 240 f.

## V

VAD 115 f.  
 Verfügbarkeit 104  
 ViMF 46  
 VIP 252  
 VLAN 94, 109, 121 f., 412, 423, 450  
 VLL 94

VMM 336  
 VoIP 320  
 VoIP-PCX 314, 332 f., 340, 343 f., 346 ff., 449, 460  
 VoIPSec 405, 408, 415 f.  
 VoLTE 99  
 VoWLAN 43, 99, 103 f., 106, 108 ff., 468 f.  
 VP8 214, 216 f.  
 VP9 214  
 VPLS 92, 96 f.  
 VPN 82, 124 f., 127, 135, 318, 423  
 VPRN 95  
 VRF 83  
 VRRP 82  
 VSELP 116

## W

W3C 209, 212  
 WAN 90 ff., 127, 135, 137, 152  
 WDM 21, 55  
 Web-RTC 24  
 WebRTC 85, 209 ff., 264, 335  
 WEP 105  
 WiMAX 38, 99  
 WLAN 90, 98 ff., 468  
 WMM 108  
 WPA 105  
 WPA2 105  
 WWW 306

## X

x86 317, 333, 336  
 XaaS 339, 343, 346  
 xDSL 91  
 XML 24, 31, 40, 271 ff.  
 XMPP 180  
 xTAPI 268, 271

## Z

Zugangsrechte 419  
 Zugangssicherheit 104 f.