

Inhalt

Vorwort zur vierten Auflage	XIII
1 Anforderungen an die Telekommunikationsinfrastruktur der Zukunft	1
1.1 Das Labyrinth	2
1.2 Telekommunikationsinfrastruktur	4
1.3 Die Gesellschaft	6
1.4 Anforderungen	13
2 Die heutigen Telekommunikationsnetze	19
2.1 ISDN	19
2.2 GSM- und UMTS-Mobilfunknetze	21
2.3 Internet	25
2.4 IN (Intelligentes Netz)	27
3 NGN (Next Generation Networks)	31
3.1 Konzept	31
3.2 Protokolle	35
4 Multimedia over IP	43
4.1 Echtzeitkommunikation in Paketnetzen	43
4.1.1 VoIP-Kommunikationsszenarien	43
4.1.2 VoIP-Nutzdaten	45
4.1.3 Beispiele für VoIP-Kommunikation	56
4.2 Protokolle	59
4.2.1 Kommunikation in den Schichten 1 und 2	63
4.2.2 IPv4 (Internet Protocol version 4)	67

4.2.3	IPv6 (Internet Protocol version 6)	73
4.2.4	TCP (Transmission Control Protocol)	78
4.2.5	UDP (User Datagram Protocol)	91
4.2.6	RTP (Real-time Transport Protocol)	95
4.2.7	RTCP (RTP Control Protocol)	100
4.2.8	H.323	109
4.3	QoS (Quality of Service)	113
4.3.1	IntServ (Integrated Services)	115
4.3.2	DiffServ (Differentiated Services)	119
4.3.3	IntServ und DiffServ kombiniert	125
4.3.4	QoS und VoIP	126
5	SIP (Session Initiation Protocol) und SDP (Session Description Protocol)	133
5.1	Grundlagen	133
5.1.1	Transport	134
5.1.2	SIP-Nachrichten (SIP Messages)	134
5.1.3	Client und Server	135
5.1.4	SIP URIs (SIP Uniform Resource Identifier)	136
5.2	SIP-Anfragen – SIP Requests	138
5.3	SIP-Statusinformationen – SIP Responses	140
5.4	SIP Three Way Handshake	142
5.5	SIP-Dialoge, -Transaktionen und Events	144
5.5.1	SIP-Dialog	144
5.5.2	SIP-Transaktion	145
5.5.3	Event	146
5.6	Aufbau der SIP-Nachrichten	147
5.6.1	Start-Line	151
5.6.2	Header	151
5.7	SDP (Session Description Protocol) und Medienaushandlung	154
5.7.1	Beschreibung medienrelevanter Parameter	155
5.7.2	Codec-Aushandlung mittels Offer/Answer-Modell	159
5.7.3	Aushandlung von Multimedia-Sessions	162
5.8	SIP-Basisabläufe und mögliche Anwendungen	164
5.8.1	VoIP (Voice over IP) – Audiokommunikation	165
5.8.2	Videokommunikation	172
5.8.3	Chat – Kommunikation mit Text	175
5.8.4	File Transfer – Dateiübertragung	179
5.8.5	Instant Messaging (IM) – Kurzmitteilungen	181
5.8.6	Presence – Ermitteln des Online-Status eines anderen Nutzers	183

Inhalt		IX
6	SIP-Netzelemente	189
6.1	User Agent	189
6.2	Registrar Server	191
6.3	Proxy Server	193
6.4	Redirect Server	199
6.5	Location Server	201
6.6	Presence Server	202
6.7	Gateways	204
6.7.1	SIP/H.323	206
6.7.2	SIP/DSS1 (Digital Subscriber Signalling system no. 1)	209
6.7.3	SIP/POTS (Plain Old Telephone Service)	212
6.7.4	SIP/ISUP (ISDN User Part)	217
6.8	Back-to-Back User Agent (B2BUA)	228
6.9	Application Layer Gateway (ALG)	230
6.10	Session Border Controller (SBC)	231
6.11	Conference Server/MCU (Multipoint Control Unit)	234
6.12	Application Server	238
6.13	Einsatz der SIP-Netzelemente in einem NGN	246
7	SIP-Routing und ENUM (E.164 Number Mapping)	253
7.1	SIP-Routing	253
7.1.1	Routing von SIP-Nachrichten	253
7.1.2	Einbeziehung von SIP-Vermittlungsinfrastrukturen	256
7.1.3	SIP-Trapezoid	264
7.2	Peer-to-Peer SIP	269
7.2.1	Grundkonzepte für Peer-to-Peer SIP-Infrastrukturen	270
7.2.2	Peer-to-Peer SIP-Standardisierung	272
7.3	ENUM (E.164 Number Mapping)	274
8	SIP und NATP (Network Address and Port Translation)	281
8.1	NAT-Problematik	284
8.2	NAT-Typen	287
8.2.1	Full Cone NAT	287
8.2.2	Restricted Cone NAT	288
8.2.3	Port Restricted Cone NAT	290
8.2.4	Symmetric NAT	291
8.2.5	NATP Gateway-Funktionalität im Detail	293

X	Inhalt
8.3	Lösungsmöglichkeiten 297
8.3.1	NAPT-Überwindung durch SIP – Symmetric Response Routing 297
8.3.2	STUN (Session Traversal Utilities for NAT) 301
8.3.3	TURN (Traversal Using Relays around NAT) 306
8.3.4	ICE (Interactive Connectivity Establishment) 310
8.3.5	UPnP (Universal Plug and Play) 313
8.3.6	Symmetric RTP 318
8.3.7	Zusammenfassung und weitere Lösungsansätze 320
9	SIP und Leistungsmerkmale 325
9.1	Halten (Hold) 326
9.1.1	Einfaches Halten 327
9.1.2	Makeln/Halten mit Rückfrage (Consultation Hold) 330
9.2	Verbindungsübergabe (Call Transfer) 334
9.2.1	Direkte Verbindungsübergabe (Unattended Transfer) 334
9.2.2	Verbindungsübergabe nach Rückfrage (Attended Transfer) 336
9.3	Parken (Call Park) 338
9.4	Rufumleitung/Anrufwefterschtaltung (Call Forwarding) 340
9.4.1	Generelle Rufumleitung (Unconditional Call Forwarding) 341
9.4.2	Rufumleitung bei Besetzt (Call Forwarding if Busy) 342
9.4.3	Rufumleitung nach Zeit, Anrufwefterschtaltung (Call Forwarding if No Answer) 343
9.5	Anrufübernahme (Call Pickup) 344
9.6	Dreierkonferenz (3-Way Conference) 346
9.6.1	Dreierkonferenz mit passivem Teilnehmerbeitritt (3 rd Party is Added) 346
9.6.2	Dreierkonferenz mit aktivem Teilnehmerbeitritt (3 rd Party Joins) 348
9.7	Weitere Leistungsmerkmale 349
9.8	Interoperabilität unterschiedlicher Leistungsmerkmalimplementierungen 351
9.9	Leistungsmerkmale bei PSTN/ISDN-Simulation und -Emulation 352
10	SIP und Quality of Service 355
11	SIP und Mobilität 363
11.1	Persönliche Mobilität 363
11.2	Session-Mobilität 364
11.3	Dienstmobilität 368
11.4	Endgerätemobilität 369

Inhalt	XI
12 SIP und Sicherheit	375
12.1 Sicherheitsmechanismen für die SIP-Signalisierung	376
12.1.1 SIP Digest	376
12.1.2 SIPS (SIP Security)	383
12.1.3 S/MIME (Security/Multipurpose Internet Mail Extension)	386
12.1.4 Einsatz eines Anonymisierungsdienstes (Privacy Service)	388
12.1.5 Vergleich gängiger SIP-Sicherheitsmechanismen	390
12.1.6 Einsatz weiterer Sicherheitsmechanismen für die SIP-Kommunikation	390
12.2 Sicherheitsmechanismen für die Nutzdatenkommunikation	393
12.2.1 SRTP (Secure Real-time Transport Protocol)	393
12.2.2 Weitere Verfahren zum geschützten Nutzdatenaustausch	397
12.3 IPsec (Internet Protocol Security)	397
13 Moderne Telekommunikationsnetze	399
13.1 IP-Netze	406
13.2 UMTS-Mobilfunknetze	417
13.3 IMS (IP Multimedia Subsystem)	432
13.4 NGN und IMS	449
13.5 NGN und IPTV	456
13.6 Konvergente Telekommunikationsnetze	463
13.7 Dienstentwicklung und -bereitstellung	474
13.8 Migrationsszenarien	488
13.9 Längerfristige Netzentwicklung	503
14 Standardisierung und Ausblick	513
15 Testaufbau mit SIP User Agent und Protokollanalyse-Software	521
15.1 SIP User Agent PhonerLite	522
15.1.1 Installation	523
15.1.2 Konfiguration	525
15.1.3 Bedienung	528
15.2 Protokollanalyse-Software Packetizer	531
15.2.1 Installation	531
15.2.2 Konfiguration	533
15.2.3 Bedienung	534
15.3 Protokollanalyse-Software Wireshark	540
15.3.1 Installation	540
15.3.2 Konfiguration und Bedienung	543

XII	Inhalt
Abkürzungen	549
Literatur und Quellen	575
Index	611