

Gerd Flaig • Martin Hoffmann • Sigggi Langauf

# Internet-Telefonie

VoIPmitAsteriskundSER

# Inhaltsverzeichnis

<b>Einführung</b>	<b>17</b>
Die klassische Telefonie. . . . .	17
Von der Leitung zum Paket. . . . .	19
Die SIP-Protokollfamilie. . . . .	20
Hard- und Software. . . . .	21
Aufbau des Buches. . . . .	22
Danksagung. . . . .	23
<b>1 Eine erste Telefonanlage</b>	<b>25</b>
1.1 Erster Start. . . . .	26
1.2 Asterisk-Grundlagen. . . . .	29
1.2.1 SIP-Kanäle. . . . .	29
1.2.2 Der Rufnummernplan. . . . .	31
1.2.3 Applikationen. . . . .	33
1.3 Szenario. . . . .	33
1.3.1 Telefone. . . . .	33
1.3.2 sip.conf. . . . .	34
1.3.3 extensions.conf. . . . .	36
1.3.4 Testsund Werkzeuge. . . . .	37
1.4 Konsolenkanal. . . . .	39
<b>2 Das Signalisierungsprotokoll SIP</b>	<b>43</b>
2.1 Konzept und Elemente. . . . .	44
2.2 Technische Grundlagen. . . . .	46
2.3 SIP-Einführung am Beispiel. . . . .	48

# Inhaltsverzeichnis

2.3.1	<b>INVITE</b> - Einladung zum Gespräch. . . . .	51
2.3.2	Drei Schritte zum Gespräch. . . . .	54
2.3.3	Das Gesprächsende. . . . .	55
2.4	Aufbau von SIP-Botschaften. . . . .	55
2.4.1	Allgemeiner Aufbau. . . . .	56
2.4.2	Die Request-Line. . . . .	56
2.4.3	SIP-Adressen: URI. . . . .	57
2.4.4	Die Status-Line. . . . .	58
2.4.5	Wichtige Headerfelder. . . . .	60
2.5	Transaktionen. . . . .	65
2.5.1	Zuordnung von Botschaften zu Transaktionen. . . . .	66
2.5.2	Besonderheiten beim <b>INVITE</b> . . . . .	67
2.6	Dialoge. . . . .	69
2.6.1	Zuordnungsfunktion - die Dialog-ID. . . . .	69
2.6.2	Die Eröffnung eines Dialogs. . . . .	70
2.6.3	Requests innerhalb von Dialogen. . . . .	71
2.6.4	Das Ende eines Dialogs. . . . .	72
2.7	Sessions. . . . .	72
2.8	Ermitteln von Endgeräten und deren Fähigkeiten. . . . .	73
2.9	Registrierung. . . . .	73
2.9.1	Zuordnungen zwischen logischer und physischer Adresse . . . . .	74
2.9.2	REGISTER-Requests. . . . .	74
2.9.3	Zuordnungen abfragen. . . . .	75
2.9.4	Zuordnungen setzen oder auffrischen. . . . .	75
2.9.5	Zuordnungen löschen. . . . .	76
2.10	Authentifizierung. . . . .	76
<b>3</b>	<b>Mediendaten</b>	<b>81</b>
3.1	Übertragung von Mediendaten in Echtzeit. . . . .	81
3.2	Kodierung von Sprachdaten. . . . .	83
3.3	Übertragung von Audiodaten - RTP. . . . .	86
3.4	DTMF und andere Töne. . . . .	89
3.5	Übertragung von Faxdaten. . . . .	90

3.6	Die Sitzungsbeschreibung. . . . .	92
3.6.1	Der Aufbau einer Sitzungsbeschreibung. . . . .	92
3.6.2	Austausch der Sitzungsbeschreibungen. . . . .	95
<b>4</b>	<b>Asterisk im Detail</b>	<b>97</b>
4.1	Module. . . . .	97
4.2	Mehr zu Kommandozeilenoptionen. . . . .	99
4.2.1	Pseudoechtzeitbetrieb (-p). . . . .	99
4.2.2	Fernsteuerung (-x). . . . .	100
4.3	Rufnummernplan im Detail. . . . .	100
4.3.1	Kontexte. . . . .	100
4.3.2	Wahlziele. . . . .	101
4.3.3	Wahlmuster. . . . .	101
4.3.4	Prioritäten. . . . .	103
4.3.5	Applikationen. . . . .	104
4.3.6	Includes. . . . .	106
4.3.7	Variablen. . . . .	107
4.3.8	Ausdrücke. . . . .	109
4.3.9	Funktionen. . . . .	110
4.3.10	Spezialitäten. . . . .	111
4.3.11	Beispiel: Ortsgespräche. . . . .	113
4.4	Die Asterisk Extension Language (AEL). . . . .	114
4.5	Mehr über sip.conf. . . . .	116
4.5.1	Dynamische Adressen. . . . .	116
4.5.2	Caller-ID. . . . .	117
4.5.3	Erreichbarkeitsüberwachung. . . . .	117
4.5.4	Netzwerk. . . . .	117
4.5.5	REGISTER-Laufzeiten. . . . .	118
4.5.6	SRV-Lookup. . . . .	119
4.5.7	useragent. . . . .	119
4.5.8	Gruppen. . . . .	119
4.5.9	Wartemusik. . . . .	120
4.5.10	RTP-Timeouts. . . . .	121

## Inhaltsverzeichnis

4.6	Externer Terminierer. . . . .	122
4.7	SIP-Anrufe von außen. . . . .	123
4.8	Signaltöne. . . . .	124
4.9	Anrufbeantworter. . . . .	126
4.10	Andere VoIP-Netze. . . . .	129
4.11	IAX2. . . . .	130
4.11.1	Gegenstelle mit statischer IP-Adresse. . . . .	131
4.11.2	Gegenstelle mit dynamischer IP-Adresse. . . . .	132
4.11.3	Authentifizierung. . . . .	132
4.11.4	Trunking. . . . .	135
4.12	Konferenzen. . . . .	136
4.12.1	Timing. . . . .	136
4.12.2	meetme.conf. . . . .	136
4.12.3	Optionen. . . . .	137
4.12.4	Kommandozeilensteuerung. . . . .	137
4.12.5	Konferenzsteuerung aus dem Rufnummernplan. . . . .	138
4.13	Warteschleifen und Anrufverteilung. . . . .	139
4.13.1	Bearbeiter einrichten mit AgentLogin. . . . .	140
4.13.2	Anmeldung mit AgentCallbackLogin. . . . .	141
4.13.3	Warteschlangen-Einstellungen. . . . .	142
4.14	Sprachmenüs. . . . .	144
4.15	Abrechnung. . . . .	146
4.15.1	SQLite. . . . .	147
4.15.2	PostgreSQL. . . . .	148
4.15.3	Weitere Datenbank-Backends. . . . .	149
4.16	Anrufe automatisch erzeugen. . . . .	150
4.17	Externe Programme. . . . .	151
4.17.1	System. . . . .	151
4.17.2	Asterisk Gateway Interface. . . . .	152
4.17.3	Einbinden von AGI-Skripten. . . . .	155
<b>5</b>	<b>ISDN</b>	<b>157</b>
5.1	ISDN ist nicht gleich ISDN. . . . .	159

5.2	Basis-Anschlüsse (S <sub>0</sub> -Bus) . . . . .	.160
5.2.1	So-Crossover. . . . .	.162
5.2.2	Der Trick mit dem NTBA. . . . .	.163
5.3	Primärmultiplex-Anschlüsse. . . . .	.165
5.4	Zaptel-Treiber. . . . .	.166
5.4.1	zaptel.conf. . . . .	.166
5.4.2	zapata.conf. . . . .	.169
5.4.3	Init-Skripte. . . . .	.172
<b>6</b>	<b>SER</b>	<b>175</b>
6.1	Warum SER statt Asterisk?. . . . .	.175
6.2	Versionen. . . . .	.176
6.3	Einführung in die Konfiguration. . . . .	.177
6.3.1	Aufbau der Konfiguration. . . . .	.178
6.3.2	Eine kommentierte Beispielkonfiguration. . . . .	.178
6.3.3	Fehlersuche. . . . .	.188
6.3.4	Datenbanken einrichten. . . . .	.190
6.3.5	Starten. . . . .	.191
6.3.6	Testanwender einrichten. . . . .	.191
<b>7</b>	<b>Routing von SIP-Botschaften</b>	<b>193</b>
7.1	Wie Responses zurückfinden. . . . .	.194
7.2	Routing von Requests. . . . .	.195
7.2.1	Requests außerhalb von Dialogen. . . . .	.196
7.2.2	Record-Routing. . . . .	.197
7.3	Besonderheiten bei Verzweigungen. . . . .	.199
7.4	Adressen auflösen. . . . .	200
7.4.1	Grundlagen. . . . .	200
7.4.2	Abfrage der IP-Adresse: A- und AAAA-Records. . . . .	201
7.4.3	Abfrage der Servernamen und-ports: SRV-Records . . . . .	202
7.4.4	Abfrage des Transportprotokolls: NAPTR-Records. . . . .	203
<b>8</b>	<b>SER im Detail</b>	<b>205</b>
8.1	Wichtige Ausdrücke. . . . .	205

## Inhaltsverzeichnis

8.1.1	Ausdrücke für Bedingungen. . . . .	206
8.1.2	Funktionen. . . . .	208
8.1.3	Die Request-URI verändern. . . . .	208
8.1.4	Requests verschicken oder beantworten. . . . .	210
8.1.5	Zweige hinzufügen. . . . .	211
8.1.6	Log-Ausgaben. . . . .	212
8.1.7	Testen und Verändern der Botschaft. . . . .	214
8.2	DieSER-Fifo. . . . .	215
8.2.1	Prozessstruktur. . . . .	216
8.2.2	Transaktionsstatus. . . . .	216
8.3	Weitere Routingblöcke. . . . .	217
8.3.1	Unterrouten. . . . .	217
8.3.2	Fehlerrouten. . . . .	218
8.3.3	Reply-Routen. . . . .	220
8.3.4	Flags. . . . .	221
8.4	Registrar und Location-Service. . . . .	221
8.5	Benutzerrechte: Gruppen. . . . .	224
8.6	Abrechnung. . . . .	225
8.6.1	Funktionsweise des Moduls acc. . . . .	225
8.6.2	Konfiguration in SER. . . . .	226
8.6.3	Die Abrechnungsdaten. . . . .	227
8.6.4	Call Detail Records. . . . .	230
8.7	Anrufweiterleitung und Parallelruf. . . . .	233
8.8	Mehrere Domains verwalten. . . . .	237
	<b>NATundVoIP</b>	<b>241</b>
9.1	Grundlagen. . . . .	242
9.2	Portzuordnung bei UDP. . . . .	245
9.2.1	Symmetrisches NAT. . . . .	245
9.2.2	Port Restricted Cone. . . . .	245
9.2.3	Restricted Cone. . . . .	246
9.2.4	Füll Cone. . . . .	246
9.3	Internet-Telefonie und NAT. . . . .	246

9.4	STUN	249
9.5	Symmetrisches RTP	250
9.6	SER und RTP-Proxy	251
9.6.1	RTP-Proxy	251
9.6.2	Konfiguration von SER	253
<b>10</b>	<b>Werkzeuge</b>	<b>259</b>
10.1	ethereal	259
10.1.1	Netzwerkverkehr mitschneiden	260
10.1.2	Analyse	262
10.1.3	Anzeigefilter	263
10.1.4	Statistiken	264
10.1.5	Mitschnitt mit tcpdump	266
10.2	ngrep	266
10.3	sipsak	267
10.3.1	Shoot-Modus	267
10.3.2	Usrloc-Modus	268
10.3.3	Traceroute-Modus	269
10.3.4	Message-Modus	269
10.4	sipp	269
10.5	Nagios	271
10.5.1	SER und Asterisk testen: Plugin echeck_sip	271
10.5.2	RTP-Proxy testen: Plugin check_udp	272
10.6	Weitere Werkzeuge	273
	<b>Anhang</b>	<b>275</b>
<b>A</b>	<b>Hinweise zur Installation</b>	<b>277</b>
A.1	Asterisk	277
A.2	SER	280
A.3	RTP-Proxy	282
<b>B</b>	<b>Asterisk-Referenz</b>	<b>283</b>
B.1	Kommandozeilenoptionen	283

## Inhaltsverzeichnis

B2	Konfigurationsdateien. . . . .	285
B.21	agents.eonf. . . . .	285
B.22	cdr_odbe.conf. . . . .	286
B.23	cdr_pgsql.conf. . . . .	287
B.24	extensions.conf. . . . .	287
B.25	iax.conf. . . . .	308
B.26	indications.conf. . . . .	312
B.27	meetme.conf. . . . .	314
B.28	modules.conf. . . . .	314
B.29	musiconhold.conf. . . . .	314
B.2.10	queues.conf. . . . .	316
B.2.11	sip.conf. . . . .	319
B.2.12	voicemail.conf. . . . .	324
<b>C</b>	<b>SER-Referenz</b>	<b>329</b>
C.1	Der Kern. . . . .	330
C.2	Datenbanken und das Modul mysql. . . . .	339
C.3	Nicht beschriebene Module. . . . .	340
C.4	acc. . . . .	342
C.5	auth. . . . .	346
C.6	auth_db. . . . .	349
C.7	domain. . . . .	351
C.8	exec. . . . .	352
C.9	group. . . . .	354
C.10	maxfwd. . . . .	355
C.11	nathelper. . . . .	355
C.12	registrar. . . . .	359
C.13	rr. . . . .	362
C.14	sl. . . . .	363
C.15	textops. . . . .	364
C.16	tm. . . . .	366
C.17	uri. . . . .	370
C.18	uri_db. . . . .	371

C.19	<b>usrloc</b>	374
C.20	<b>xlog</b>	377
<b>D</b>	<b>Übersichten zu SIP</b>	<b>379</b>
D.1	Methoden	379
D.2	Statuscodes	380
D.3	Headerfelder	383
<b>Index</b>		<b>389</b>