

Planung für Voice over IP

**Evaluierung von Architekturen und Details zur
Realisierung**

von

Dr.-Ing. Behrooz Moayeri

Inhaltsverzeichnis

<u>INHALTSVERZEICHNIS</u>		<u>I</u>
<u>VORWORT</u>		<u>1</u>
<u>1</u>	<u>UNTERNEHMENSSTANDARD FÜR SPRACHKOMMUNIKATION</u>	<u>4</u>
1.1	Paradigmenwechsel in der Telekommunikation	4
1.2	Motivation für einen Unternehmensstandard	6
1.3	Bestandteile eines Unternehmensstandards	8
1.3.1	Leistungsmerkmale	8
1.3.2	Sprachkodierung	8
1.3.3	Notruf	9
1.3.4	Rufnummernplan	10
1.3.5	Anwendungen	10
1.3.6	Signalisierungsprotokoll	11
1.3.7	VoIP-Sicherheitsrichtlinien	11
1.3.8	Mobilität	12
1.3.9	Gateways	13
1.3.10	Telefonieserver	13
1.3.11	Stromversorgung der Telefonendgeräte	14
1.3.12	LAN-Struktur	15
1.3.13	Quality of Service	15
1.3.14	Accounting	16
1.3.15	Standortübergreifende Sprachkommunikation	17
1.3.16	Migration	18
1.3.17	Management der Sprachkommunikationslösung	18
<u>2</u>	<u>ARCHITEKTUR VON IP-PBX-LÖSUNGEN</u>	<u>20</u>
2.1	Klassifizierung der TK-Lösungen	20
2.1.1	Klassische TK-Anlage	20
2.1.2	Hybride TK-Anlage	22
2.1.3	IP-PBX	24
2.2	VoIP-Signalisierungsprotokolle	29
2.2.1	Funktionen der Signalisierungsprotokolle	29
2.2.2	Peer-to-Peer-Signalisierungsprotokolle	29

2.2.3	Master-Slave-Signalisierungsprotokolle	32
2.3	Architekturvarianten	33
2.3.1	Unabhängige Standorte	33
2.3.2	Unabhängige Standorte im Verbund	36
2.3.3	Zentrale Signalisierung	40
2.3.4	Zentrale Signalisierung ohne lokale Gateways	41
2.3.5	Verteilte konventionelle Endgeräte	42
2.3.6	Denkbare hybride Architektur	43
2.4	Sicherstellung der Verfügbarkeit	45
2.5	Rufnummernplan	49
2.6	Steuerung von Gateways	51
2.7	Session Initiation Protocol (SIP)	55
2.8	Zugriff auf Verzeichnisse	63
3	<u>AUSWAHL VON VOIP-ENDGERÄTEN</u>	64
3.1	Leistungsmerkmale	64
3.2	Mechanische Eigenschaften	65
3.3	Bildschirm	66
3.4	Tastatur	67
3.5	Anruflisten	67
3.6	In IP-Telefone integrierte Switches	68
3.7	Stromversorgung für Endgeräte	71
3.8	Mobile Endgeräte	72
3.9	Weitere Eigenschaften von IP-Telefonen	73
4	<u>LAN-ARCHITEKTURVARIANTEN FÜR IP-PBX</u>	77
4.1	VLAN-Konzept	77
4.2	Redundanzkonzept für zentrale Komponenten	84
4.2.1	Redundanter Anschluss von Servern	84
4.2.2	Redundante Auslegung von Servern	86
4.2.3	Redundante Auslegung von Gateways	88

5	<u>KONFIGURATIONSMANAGEMENT VON IP-TELEFONEN</u>	90
5.1	Methoden für das Konfigurationsmanagement	90
5.2	Konfigurationsparameter	90
5.2.1	Anschlussmodelle	90
5.2.2	Layer-2-Einstellungen	92
5.2.3	IP-Einstellungen	96
5.3	Weitere Parameter	100
5.4	Anwendungsbeispiel für das Konfigurationsmanagement	100
6	<u>COMPUTER-TELEFONIE-INTEGRATION (CTI)</u>	102
6.1	CTI-Standards	102
6.2	CTI und VoIP	106
6.3	Beispiel für CTI-Client-Server-Architektur	107
6.4	Anwendungsbeispiele für CTI	109
6.5	CTI an Vermittlungsplätzen	117
6.6	Produktbeispiele	118
7	<u>APPLIKATIONEN</u>	120
7.1	IVR	121
7.2	ACD	125
7.3	Call Center	130
7.4	Unified Messaging	137
7.5	Beispiel für Produkte und Lösungen	142
7.5.1	OpenScape von Siemens	142
7.5.2	Alcatel Media Server	144
7.5.3	TAPI-Lösung von Cisco Systems	146
7.5.4	Lösungen von Mitel	147
7.5.5	Avaya UCC	148
8	<u>PBX-AUSSCHREIBUNGEN IM ZEITALTER VON VOIP</u>	150
8.1	Voraussetzungen für eine produktneutrale Ausschreibung	150
8.2	Zu berücksichtigende Lieferungen und Leistungen	152
8.3	Technische Spezifikation	153

8.4	Bewertungskriterien	156
8.4.1	Systemarchitektur	156
8.4.2	Unternehmensverzeichnis	156
8.4.3	Datensicherung	157
8.4.4	Behandlung von Konfigurations- und Nutzungsdaten	157
8.4.5	Gruppenfunktionen	158
8.4.6	Chef/Sekretär-Funktion	158
8.4.7	Mobile Telefonnummern	159
8.4.8	Weitere Leistungsmerkmale	160
8.5	Abnahmekriterien	161
8.6	Wartungsleistungen	163
9	ÖFFENTLICHE TELEFONIE	164
9.1	Entwicklung des Telekommunikationsmarkts	164
9.2	Öffentliches Telefonnetz im Vergleich zum eigenen WAN	170
9.3	Konsolidierung verteilter Telefonzentralen	171
9.3.1	Konsolidierung der Amtsköpfe	171
9.3.2	Verteilte Amtsköpfe	173
9.3.3	Anrufumleitung durch eigene TK-Anlagen	174
9.3.4	Anrufumleitung im Netz des Providers	175
9.4	Ausschreibungen für die öffentliche Telefonie	177
9.4.1	Kombinierte TK/WAN-Ausschreibung	177
9.4.2	Beschreibung der eigenen Umgebung	177
9.4.3	Spezifikation der Anschlüsse	178
9.4.4	Preisabfrage zu Tarifgruppen	179
9.4.5	Fragen zum Anbieter	180
9.4.6	Technische Anforderungen	181
9.4.7	Anforderungen an den Support	183
9.4.8	Anforderungen an die Sicherheit	184
9.4.9	Anforderungen an Accounting / Billing	185
9.5	Fazit zur öffentlichen Telefonie	186
10	CORPORATE NETWORKS	187
10.1	Voice over IP Trunks	187
10.1.1	Ausgangssituation	187

10.1.2	Gestaltung von IP Trunks	189
10.2	Angebote der Provider	193
10.3	Migration zu IP-Konvergenz	197
10.4	IP-Konvergenz als Konsolidierungsmaßnahme	201
10.5	Fazit zu CN	202
11	<u>VOICE ÜBER VPN</u>	203
11.1	Motivation für Voice over IP-VPN	203
11.2	Probleme bei IP-VPN	203
11.3	Sprache über IP-VPN am Beispiel von DSL	204
11.4	Positionierung von Tunnelendpunkten	208
11.5	Fazit zu VoIP über IPsec-VPN	211
12	<u>VOICE OVER WIRELESS LAN (WLAN)</u>	212
12.1	Funktionsweise von VoWLAN	212
12.2	QoS in WLANs	218
12.3	Zellwechsel	224
12.4	Produktbeispiele	227
12.4.1	Cisco 7920	227
12.4.2	NetVision von Symbol Technologies	233
12.5	Testergebnisse	235
12.5.1	Testkonfiguration	235
12.5.2	Erwartetes Verhalten	237
12.5.3	Vergleichende Tests mit und ohne QoS	237
12.5.4	Handovertest	239
12.6	Gegenüberstellung verschiedener Funktechniken	243
12.7	Empfehlungen für den Einsatz	244
13	<u>SECURITY-MAßNAHMEN UND LÖSUNGEN FÜR VOICE OVER IP</u>	246
13.1	Sicherheit bei konventioneller TK und VoIP	246
13.2	Applikationsebene	248
13.2.1	Realtime Transport Protocol (RTP)	248
13.2.2	Security and Encryption gemäß H.235	248

13.2.3	Control Protocol for Multimedia Communications (H.245)	249
13.2.4	Session Initiation Protocol (SIP)	249
13.2.5	Fazit zur Sicherheit auf der Applikationsebene	250
13.3	Systemebene	251
13.3.1	Benutzerrechte	251
13.3.2	Berechtigungsklassen	251
13.3.3	Passwörter	252
13.3.4	Härten von Systemen	252
13.3.5	Mehrstufiges Backup-Konzept	253
13.3.6	Schutz vor schadensstiftender Software	253
13.3.7	Sichere Administration	253
13.3.8	Fazit zur Sicherheit auf der Systemebene	254
13.4	Netzebene	255
13.4.1	Firewalling im Zusammenhang mit VoIP	255
13.4.2	H.323-Firewalls	255
13.4.3	SIP-Firewalls	260
13.4.4	Bewertung von Firewall-Architekturen	269
13.5	Fazit zur Sicherheit von Voice over IP	270
14	<u>BEWERTUNG DER SPRACHQUALITÄT</u>	271
14.1	Grundlagen der Sprachübertragung über IP	271
14.2	Originaltreue des Signals	272
14.3	Echofreiheit	274
14.4	Zeitverzug (Delay)	275
14.5	Zusammenhang zwischen Paketverlust und Delay	278
14.6	Exemplarisches Delay-Budget	282
14.7	Messung der Sprachqualität	283
14.8	Codec-abhängige Parameter	286
14.9	Messwerkzeuge	288
14.9.1	VoiceView von Siemens ICN	288
14.9.2	Chariot NetIQ VoIP-Modul	288
14.9.3	Alcatel Assessment-Konsole	290

15	<u>QUALITY OF SERVICE (QOS) FÜR VOIP</u>	291
15.1	Ist QoS erforderlich?	291
15.2	QoS-Ziele	296
15.3	Reservierung von Ressourcen	296
15.4	Priorisierung von Paketen	297
15.4.1	QoS auf IP-Ebene	298
15.4.2	QoS auf Ethernet-Ebene	301
15.5	Warteschlangeverwaltung	304
15.6	QoS-Mechanismen am Netzrand	305
15.7	Denkbare QoS-Architektur	307
15.7.1	Verschiedene Varianten der Umsetzung	307
15.7.2	Flankierende Maßnahmen	314
15.7.3	Zusammenfassung der QoS-Architektur	318
16	<u>MANAGEMENT-LÖSUNGEN FÜR VOIP</u>	319
16.1	Anforderungen	319
16.2	Performance Management	320
16.3	Fault Management	321
16.4	Accounting Management	322
16.5	Beispiele für Werkzeuge	324
16.5.1	Protokollanalysator Ethereal	324
16.5.2	Managementtools einer exemplarischen Umgebung	327
17	<u>VOIP-BETRIEBSKONZEPT</u>	329
17.1	Notwendigkeit eines neuen Betriebskonzepts	329
17.2	Kompetenzbereiche	330
17.3	Funktionen ohne Änderung	331
17.4	Funktionen mit geänderter technischer Gestaltung	332
17.5	Gemeinschaftsfunktionen TK und IT-Netz	332
17.6	Neue Funktionen	333
17.7	Betriebsanforderungen im Bereich der Infrastruktur	333

ABBILDUNGSVERZEICHNIS	336
------------------------------	------------

TABELLENVERZEICHNIS	343
----------------------------	------------

INDEX	344
--------------	------------