

Einsatz von Voice over IP im Small Business

D i p l o m a r b e i t

an der Fachhochschule Hof

Fachbereich Informatik

Studiengang Wirtschaftsinformatik

**Vorgelegt bei
Prof. Dr. Hartmut Wunderatsch
Alfons-Goppel-Platz 1
95028 Hof**

**Vorgelegt von
Stefan Bredl
Weizau 4
94209 Regen**

Hof, 16. Juli 2007

Danksagung

Mein Dank gilt dem Team der CONACTIVE GmbH & Co KG, die mir zu jeder Zeit in Rat und Tat zur Seite standen und mich tatkräftig mit Ideen und Hinweisen zum Thema unterstützt haben. Ohne das Praktikum und ihre Geduld wäre ich wohl nie auf dieses interessante Thema gestoßen. Weiterhin geht mein Dank an Herrn Prof. Dr. Wunderatsch, der jederzeit als kompetenter Ansprechpartner zur Verfügung stand und mich bei der Erstellung dieser Arbeit betreute. Ferner gilt mein Dank der Addix Internet Services GmbH, auf deren Anlagen die Realisierung dieser Arbeit beruht und die mir hierfür die Copyright - Rechte für meine Arbeit einräumte. Zu guter Letzt geht mein Dank an alle weiteren Personen die mich bei der Erstellung der Diplomarbeit unterstützt haben.

Inhaltsverzeichnis

1	Vorwort	2
2	Geschichte von Voice over IP	4
3	Voice over IP - Grundlagen und - Technik	6
3.1	Definition	6
3.2	Einordnung & Abgrenzung von Voice over IP	7
3.3	Grundlegende Netzwerkprotokolle	9
3.3.1	OSI - Referenzmodell	10
3.3.2	ISDN	10
3.3.3	Voice over IP	11
3.3.4	Unterschiede zu ISDN	12
3.4	VoIP - Struktur & Verbindungsaufbau	13
3.5	Telefonnummern - Vergabe	15
3.6	Sprachqualität	18
3.6.1	Beeinflussende Faktoren	19
3.6.2	Sprachcodierung & - komprimierung	22
3.7	Sicherheit	24
3.8	Features von Voice over IP	26
3.8.1	Softphones	27
3.8.2	Nomadische Nutzung	28
3.8.3	CTI - Möglichkeiten	29
3.9	Konvergenz	30
4	Small - Business	33
4.1	Definition	33
4.2	Quantifizierung des Small Business	35
4.3	VoIP - Eignung	37
5	Konzept zum Voice over IP - Einsatz im Small Business	39
5.1	Projekt - Analyse	42
5.1.1	Ist - Zustand	42

5.1.2	Projekt - Definition	43
5.1.3	VoIP - Readiness - Analyse	44
5.1.4	Externe Telefonie	46
5.2	Projekt - Planung	48
5.2.1	Soll - Konzept & Zieldefinition	49
5.2.2	Umfang	55
5.2.3	Besonderheiten	56
5.2.4	Projektablauf	58
5.3	VoIP - Systemkonzept	59
5.4	Implementierung	62
5.4.1	Besonderheiten	63
5.5	Rollout	73
5.6	Wartung & Support	73
6	Kosten - Nutzen - Analyse	76
6.1	Nutzen - Analyse	76
6.1.1	Benutzer - Akzeptanz	76
6.1.2	Intangibler Nutzen	78
6.2	Kosten - Analyse	81
6.2.1	Kennzahlen - Vergleich	81
6.2.2	CTI - Anwendung	85
6.2.3	Wartungsverträge	87
6.2.4	Konvergenz	89
7	Fazit	92
8	Anhang	97
8.1	Protokoll SIP - Verbindung	97
8.2	Screenshots	100
8.3	Angebote	108

Abbildungsverzeichnis

1	OSI - Referenzmodell mit Voice over IP Protokollen	10
2	SIP - Verbindung zweier IP - Telefone	14
3	MOS - Skala	19
4	Einordnung der Ende - zu - Ende - Verzögerung	20
5	Auswirkungen von Latency auf ein Telefonat	21
6	Sprachcodierungen im Vergleich	23
7	Standortkopplung mittels VPN	25
8	Quantifizierung der KMU	35
9	Projekt - Phasen und - Ablauf	41
10	Mitarbeiter - und Telefon - Verteilung	55
11	Aufbau der Rufgruppe zur GSM - Integration	64
12	Anbindung eines Heimarbeitsplatzes	68
13	Zusammenfassung des Angebots der CONACTIVE	82
14	Alternativangebot über eine proprietäre TK - Umgebung	82
15	Wichtige Kennzahlen von Voice over IP	83
16	Einsparungspotential durch die Nutzung einer CTI	86
17	Angebotsübersicht über eine klassische TK - Verkabelung	90
18	Programm zur Messung der Qualität von Netzwerken	101
19	Konfiguration der Mailbox - Weiterleitung auf die Rufgruppen - Mailbox	102
20	Konfiguration einer Rufgruppe	103
21	Konfiguration des Tischtelefons	104
22	Telefonbucheintrag zur GSM - Integration	104
23	Aufbau des Ebay - Support - IVRs	105
24	Konfiguration des Startknoten <i>IVR_Ebay</i>	106
25	Rufaufbau zur Rechnungs - Hotline von Frau Schneider	106
26	Übersicht über den Aufbau der Zeitsteuerung	107
27	Konfiguration der Zeitabfrage	107
28	Screenshot der Phonesuite	108

Abkürzungsverzeichnis

3GPP	<u>3</u> rd <u>G</u> eneration <u>P</u> artnership <u>P</u> roject
AES	<u>A</u> dvanced <u>E</u> ncryption <u>S</u> tandard
ARPANET	<u>A</u> dvanced <u>R</u> esearch <u>P</u> rojects <u>A</u> gency <u>N</u> etwork
BoB	<u>B</u> usy <u>o</u> n <u>B</u> usy
BRI	<u>B</u> asic <u>R</u> ate <u>I</u> nterface
CDR	<u>C</u> all <u>D</u> etail <u>R</u> ecord
CLI	<u>C</u> ommand <u>L</u> ine <u>I</u> nterface
CRM	<u>C</u> ustomer <u>R</u> elationship <u>M</u> anagement
CTI	<u>C</u> omputer <u>T</u> elephony <u>I</u> ntegration
DNS	<u>D</u> omain <u>N</u> ame <u>S</u> ervice
DTMF	<u>D</u> ual <u>T</u> one <u>M</u> ultiple <u>F</u> requency
ENUM	<u>T</u> elephone <u>N</u> umber <u>M</u> apping
ERP	<u>E</u> nterprise <u>R</u> esource <u>P</u> laning
ETSI	<u>E</u> uropean <u>T</u> elecommunications <u>S</u> tandards <u>I</u> nstitute
FoIP	<u>F</u> ax <u>o</u> ver <u>I</u> P
HTTP	<u>H</u> ypertext <u>T</u> ransfer <u>P</u> rotocol
IETF	<u>I</u> nternet <u>E</u> ngineering <u>T</u> ask <u>F</u> orce
IP	<u>I</u> nternet <u>P</u> rotocol
ISDN	<u>I</u> ntegrated <u>S</u> ervices <u>D</u> igital <u>N</u> etwork
IT	<u>I</u> nformationstechnologie
ITU	<u>I</u> nternational <u>T</u> elecommunication <u>U</u> nion
IVR	<u>I</u> nteractive <u>V</u> oice <u>R</u> esponse
KU	<u>K</u> leinunternehmen
MLPS	<u>M</u> ulti - <u>L</u> abel <u>P</u> rotocol <u>S</u> witching
NGN	<u>N</u> ext <u>G</u> eneration <u>N</u> etwork
NVP	<u>N</u> etwork <u>V</u> oice <u>P</u> rotocol
PRI	<u>P</u> rietary <u>R</u> ate <u>I</u> nterface

QOS	<u>Q</u> uality <u>o</u> f <u>S</u> ervice
ROI	<u>R</u> eturn <u>o</u> n <u>I</u> nvestment
RTP	<u>R</u> eal - <u>T</u> ime <u>T</u> ransport <u>P</u> rotocol
SLA	<u>S</u> ervice <u>L</u> evel <u>A</u> greement
SRTP	<u>S</u> ecure <u>R</u> eal - <u>T</u> ime <u>P</u> rotocol
SSH	<u>S</u> ecure <u>S</u> hell
SSL	<u>S</u> ecure <u>S</u> ockets <u>L</u> ayer
TAPI	<u>T</u> elephony <u>A</u> pplication <u>P</u> rogramming <u>I</u> nterface
TCP	<u>T</u> ransmission <u>C</u> ontrol <u>P</u> rotocol
UAC	<u>U</u> ser <u>A</u> gent <u>C</u> lient
UAS	<u>U</u> ser <u>A</u> gent <u>S</u> erver
UDP	<u>U</u> ser <u>D</u> atagram <u>P</u> rotocol
URI	<u>U</u> niform <u>R</u> essource <u>I</u> dentifier
VoATM	<u>V</u> oice <u>o</u> ver <u>A</u> ynchronous <u>T</u> ransfer <u>M</u> ode
VoCABLE	<u>V</u> oice <u>o</u> ver <u>C</u> able Networks
VoFR	<u>V</u> oice <u>o</u> ver <u>F</u> rame <u>R</u> elay
VoIP	<u>V</u> oice <u>o</u> ver <u>I</u> P
VPN	<u>V</u> irtual <u>P</u> riate <u>N</u> etwork
WLAN	<u>W</u> ireless <u>L</u> ocal <u>A</u> rea <u>N</u> etwork

1 Vorwort

Voice over IP erlebte in den letzten zwei Jahren einen regelrechten Boom in Deutschland. Ausgehend von Internet - Anbietern werden Breitband - Anschlüsse zunehmend in Komplettpaketen mit Internettelefonie und Fernsehen, dem sogenannten Triple Play ¹, vermarktet und aggressiv beworben. Dadurch hielt die Technologie in immer mehr Privathaushalten Einzug und entwickelte sich zu einer attraktiven Branche.

Über den Voice over IP - Einsatz in Unternehmen ist hingegen wenig bekannt. Die Technologie ist in diesem Umfeld bisher noch als Trend zu sehen, wird aber in Zukunft stark an Potential und Zuwachs gewinnen. Das hochaktuelle Thema sowie das zukünftige Wachstum dieser Branche waren für mich eine große Motivation mich mit dieser Technologie zu befassen. Verstärkt und gefördert wurde mein Engagement durch ein Praxissemester bei der CONACTIVE GmbH & Co KG, einer Firma die seit Jahren Voice over IP - Implementierungen in ganz Deutschland realisiert. Hinzu kommt, dass mit der freien Asterisk - Telefonanlagen - Software ein Vertreter aus der Open - Source - Gemeinde die Grundlage für eine Vielzahl der marktüblichen Voice over IP - Produkte bildet. Asterisk ist für alle Linux - Betriebssysteme frei verfügbar und genügt selbst professionellen Ansprüchen. Das in dieser Arbeit vorgestellte Konzept basiert ebenfalls auf Asterisk.

Ziel dieser Diplomarbeit ist es, den Einsatz von Voice over IP im Small Business zu analysieren und eine Implementierung an Hand einer fiktiven Firma zu konzipieren. Nach einer grundlegenden Einführung in die Technik von Voice over IP wird das Small Business genauer vorgestellt und quantifiziert. Dieses Segment bietet einen hervorragenden Rahmen für eine ganzheitliche und abgekapselte Betrachtung der Technologie. Schwerpunkt der Arbeit bildet ein umfangreiches Projekt - Konzept zur Voice over IP - Einführung in einem Unternehmen. Von der Analyse der Anforderungen bis hin zu Wartung und Support

¹Siehe Wikipedia http://de.wikipedia.org/wiki/Triple_Play

soll der Lebenszyklus eines Voice over IP - Systems komplett erarbeitet werden. Die Bewertung der monetären Faktoren und die Vorteile gegenüber klassischen Telefonie - Strukturen werden zum Abschluss in einer Kosten - Nutzen - Analyse herausgestellt.

Das Hauptaugenmerk soll dabei stets auf dem Vergleich zu klassischen Telefonie - Umgebungen und auf den Mehrwerten von Voice over IP liegen. Darüber hinaus wurde auf viele Hinweise aus der Praxiserfahrung geachtet, die ich während meiner Zeit bei der CONACTIVE als „Junior IT - Consultant“ gesammelt habe.

Diese Arbeit ist vor allem für IT - Entscheidungsträger interessant, unabhängig davon ob ihr Unternehmen dem Small Business angehört oder nicht. Durch die besondere Konstellation des Konzeptes werden eine Reihe von Besonderheiten abgedeckt, die in dieser Form auch für Unternehmen jeglicher Größenordnung relevant sind. Verantwortliche können hier Nutzungs - und Einsparpotenziale entdecken, die Voice over IP auch für ihr Unternehmen interessant machen kann.

Weiterhin bietet Voice over IP ein wachsendes und hoch interessantes Tätigkeitsfeld für alle zukünftigen Hochschulabgänger. Immer mehr Unternehmen programmieren in diesem Umfeld oder bieten Lösungen auf Basis dieser Technologie an. Dadurch, dass die Telefonie am Beispiel von Voice over IP immer mehr Teil der Informationstechnologie (IT) wird, ist diese Arbeit zu guter Letzt für jeden Menschen mit Interessen im IT - nahen Umfeld interessant.

2 Geschichte von Voice over IP

Lange Zeit galt Alexander Graham Bell, aus dessen Firma sich später der Telekommunikationskonzern *AT & T* entwickelte, als der Erfinder des Telefons. Tatsächlich jedoch entwickelte Antonio Meucci das erste Telefon für seine bettlägerige Frau. Auf Grund finanzieller Schwierigkeiten konnte er seine Erfindung nicht zum Patent anmelden, weshalb sich Bell, der Zugang zu Meucci's Unterlagen hatte, das Patent 1876 für wenige Dollar sicherte. In den Folgejahren wurde weltweit am Aufbau von nationalen Telefonnetzen gearbeitet, in Deutschland wurde 1877 damit begonnen. Antonio Meucci wurde 2002, durch ein Schreiben des amerikanischen Senats, nachträglich um seine Dienste bei der Erfindung des Telefons gewürdigt.

Erst 1989 hielt, mit der Einführung von ISDN (*Integrated Services Digital Network*), die Digitaltechnik Einzug in das europäische Telefonnetz. Der vom *European Telecommunications Standards Institute* (ETSI²) eingeführte Euro - ISDN - Standard wurde deutschlandweit ab 1995 flächendeckend verfügbar und schloss damit die Umstellung des kompletten deutschen Telefonnetzes auf die digitale Technik ab.

Parallel zur Entwicklung der Telefonie muss die Geschichte des Internets betrachtet werden, die 1969 mit der Entwicklung des *Advanced Research Projects Agency Network* (ARPANET) beginnt. Entscheidend am Aufstieg des ARPANET beteiligt war die Entwicklung und Einführung des TCP/IP - Protokolls (*Transmission Control Protocol/Internet Protocol*), das ab 1982 die bisherigen Grenzen sprengte und somit weitere Institutionen ins vorhandene Netz integrierte. Es bildet die Grundlage des heutigen Internets und sämtlichen Anwendungen, die Daten über eine Netzstruktur austauschen. Durch verbesserte Verfahren und verbesserte Daten - Kompression konnten nach und nach Internetanschlüsse mit immer höherer Bandbreiten freigeschaltet werden, so das heutzutage private

²Siehe Webseite: <http://www.etsi.org/>

Breitbandanschlüsse wie DSL (*Digital Subscriber Line*) mit bis zu 16 MBit/s weit verbreitet sind.

Durch die Grundlagenforschung der Telefonie und die zunehmende Verbreitung des Internets wurden die Grundlagen für Voice over IP gelegt. Erste Schritte zur Sprachübertragung über ein Computernetzwerk wurden 1973 in New York mit der Implementierung eines speziellen Protokolls, dem *Network Voice Protocol* (NVP), getan. Auf Grund fehlender Übertragungsgeschwindigkeiten und unzureichender Netzstrukturen kam das Projekt nie über eine Versuchsphase hinaus. Bereits damals wurde erkannt, dass weit höhere Bandbreiten zur Sprachübertragung nötig waren. Erst die flächendeckende Verfügbarkeit von Breitbandanschlüssen legte die Grundlage um Voice over IP zuverlässig und effizient zu betreiben.

Für großes Interesse sorgte 1995 ein Microsoft Windows - Programm der israelischen Firma Vocaltec, mit dem erstmals eine Art Internettelefonie möglich wurde ³. Jedoch konnten die Gesprächspartner immer nur, ähnlich dem Funkverkehr, abwechselnd und in sehr schlechter Sprachqualität sprechen. Dennoch zeigte die Software wie groß das Interesse tatsächlich war. Infolgedessen wurden weltweit mehrere Projekte initiiert, die der Entwicklung von Voice over IP einen bedeutenden Schub gaben.

In den Folgejahren wurden mehrere richtungsweisende Netzwerk - Protokolle für Voice over IP standardisiert. Federführend waren hierbei die *International Telecommunication Union* (ITU ⁴), eine Unterorganisation der UNO, die sich weltweit mit den technischen Aspekten der Telekommunikation beschäftigt sowie die *Internet Engineering Task Force* (IETF ⁵), die mit der Entwicklung und der Förderung von Internetstandards beauftragt ist. Durch einheitliche Standards und die Entwicklung neuerer und einfacherer Protokolle wurde der kommerzielle Einstieg erheblich erleichtert und somit die Grundlage für den Erfolg von Voice over IP gelegt.

³[HRDV02] Kapitel 27 Seite 481

⁴Siehe Webseite: <http://www.itu.int/>

⁵Siehe Webseite: <http://www.ietf.org/>

3 Voice over IP - Grundlagen und - Technik

Dieses Kapitel gibt einen ersten Einblick in die Grundlagen von Voice over IP. Nach der Begriffsdefinition wird die in dieser Arbeit verwendete Technologie genauer gegenüber veralteten und alternativen Techniken in diesem Umfeld abgegrenzt. Von großer Bedeutung ist auch das Wissen um die beteiligten Netzwerkprotokolle und deren Zusammenspiel. Gefolgt von einigen grundlegenden Themen wird dieses Kapitel mit der Konvergenz und einem Ausblick in die Zukunft von Voice over IP abgeschlossen.

3.1 Definition

Der englische Begriff *Voice over IP*, häufig auch als VoIP abgekürzt, bezeichnet die grundlegende Technologie um Sprache über Computernetzwerke zu übertragen, die auf dem paketorientierten Internetprotokoll IP basieren. Da Voice over IP über eine IT - Infrastruktur übertragen wird, erübrigt sich der Betrieb eines separaten Netzes für die Telefonie.

Im allgemeinen Sprachgebrauch wird der Begriff *Voice over IP* sehr weitreichend definiert und oft fehlinterpretiert. Wichtig in diesem Zusammenhang ist die Tatsache, dass das Internet nicht nötig ist um Voice over IP zu betreiben, auch wenn das Internetprotokoll dies implizit zu fordern scheint. Voice over IP beschreibt die Technik um Sprache über jegliche Art von IP - basierten Computernetzen zu übertragen, sowohl über das Internet als auch über lokale Netzwerke. Insofern ist der häufig assoziierte Begriff der Internettelefonie nur ein Teilgebiet von Voice over IP.

Von Internettelefonie spricht man wenn die Sprache teilweise oder ganz über das öffentliche Internet übertragen wird. Im Privatkundenbereich ist dies beinahe ausschließlich der Fall wohingegen im gewerblichen Umfeld genauer zwischen Voice over IP und Internettelefonie unterschieden werden muss. Denn

oft genug wird in Unternehmen VoIP - Technologie nur dazu eingesetzt, um hausintern oder standortübergreifend zu kommunizieren. In dieser Arbeit wird hauptsächlich der Begriff Voice over IP, ferner der Begriff der IP - Telefonie als Synonym verwendet.

Der Begriff der IP - Telefonie bezeichnet die „Bereitstellung von Telefoniediensten unter Verwendung der VoIP - Technologie über ein hochqualitatives privates oder öffentliches IP - Netz mit garantierter Qualität und Sicherheit.“ (vgl. [HRDV02]).

3.2 Einordnung & Abgrenzung von Voice over IP

Bei Voice over IP handelt es sich um eine verbale, nicht-öffentliche und technisch vermittelte Mensch - zu - Mensch - Kommunikation, bei der ein Informationskanal zur Vollduplex - Übertragung genutzt wird. Dabei ist jeder der theoretisch unendlich vielen Sender und Empfänger, etwa bei einer Telefonkonferenz, berechtigt, gleichzeitig zu senden und zu empfangen. Begrenzt ist die Anzahl der Teilnehmer nur durch die Kapazität der Telefonanlage sowie durch die vorhandene Bandbreite der Netzwerkanbindung.

Für Unternehmen ist das Telefon mit das wichtigste Kommunikationsmittel überhaupt und sowohl firmenintern als auch unternehmensübergreifend ist das Telefon nicht mehr wegzudenken. Je nach Sichtwinkel erhält die Telefonie dabei einen anderen Stellenwert und daraus resultierend muss sie nach ihrer Wichtigkeit im Unternehmen eingeordnet werden, zunächst nach interner und externer Telefonie.

Ein Ausfall der hausinternen Telefonie schränkt zwar den laufenden Betrieb stark ein, führt aber in den allermeisten Unternehmen nicht zu einem Betriebsstillstand. Mitarbeiter können wahlweise auch persönlich miteinander kommunizieren, in vielen Betrieben stehen auch umfangreiche E - Mail - Dienste als Alter-

native bereit. Es verlangt lediglich ein zusätzliches Engagement von den Mitarbeitern um den Ausfall zu kompensieren.

Anders steht es um die Telefonie nach extern, die den Großteil der Gespräche darstellt. Hier muss ganz klar herausgestellt werden, dass die Telefonie in ihrer Außenwirkung eine unternehmenskritische Anwendung ist. Ein Betrieb, der nicht mit der Außenwelt kommunizieren kann, ist in einem gewissen Maße handlungsunfähig. Persönliche Kommunikation oder E - Mail sind hier nicht praktikabel bzw. nicht zeitnah genug um eine hinreichende Alternative darzustellen. Darüber hinaus hinterlässt ein Unternehmen, dass für seine (potentiellen) Kunden und Geschäftspartner nicht telefonisch erreichbar ist, einen negativen Gesamteindruck. Es entsteht sehr schnell der Eindruck eines unfähigen Unternehmens und andauernde Unzuverlässigkeiten werden sich demnach mittel - oder langfristig auch monetär bemerkbar machen. Die Wichtigkeit der Außenwirkung ist auch ein Punkt, der bei der Sprachqualität von Voice over IP eine entscheidende Rolle spielt (siehe Kapitel [3.6 „Sprachqualität“](#) Seite 18).

Aus technologischer Sicht kann nicht zwischen interner und externer Telefonie unterschieden werden. Ein Ausfall der internen Telefonate hat auch zwangsweise einen Ausfall der externen Telefonate zur Folge. Aus diesem Grund muss die gesamte Telefonie nach dem minimal verträglichen Ausfallszenario konzipiert und nach der obersten, auftretenden Priorität eingestuft werden. Folglich ist die Telefonie als unternehmenskritische Anwendung einzustufen.

Nach der Einordnung in die Kommunikation und die Wichtigkeit der Telefonie folgt die Abgrenzung des Themengebietes gegenüber einer Vielzahl von alternativen und verwandten Technologien.

Nicht Bestandteil der Arbeit sind Dienste, die aus dem Telefonie - Umfeld auf IP - basierte Netze adaptiert wurden sowie die Übertragung über andere Netzsysteme. Dazu zählt unter anderem Fax over IP (FoIP). Weiterhin gibt es neben

Voice over ATM (VoATM ⁶) und Voice over Frame Relay (VoFR ⁷) auch noch die Sprachübertragung über das TV - Kabelnetz, dass so genannte Voice over Cable Networks (VoCABLE). Diese Technologien beschäftigen sich nur mit speziellen Übertragungstechniken und finden in Unternehmen keine breite Verwendung.

In älterer Literatur zu Voice over IP findet man häufig den Begriff *H.323*. Dieses Protokoll zur audio - visuellen Kommunikation auf jedweder Art von Netzwerk gehört zu einer ganzen Protokollfamilie. H.323 galt früher als zukünftiger Standard für Voice over IP, erwies sich jedoch auf Grund seiner Komplexität als Hindernis. Aus diesem Grund und der Tatsache, dass H.323 längst durch SIP abgelöst wurde, wird es nicht betrachtet. Folglich werden die, in der Literatur häufig verwendeten Begriffe wie etwa die Multipoint Control Unit nicht erklärt. Ebenfalls nicht betrachtet wird ein weiteres Protokoll für Voice over IP, IAX bzw. IAX2. Dieses Protokoll wurde für die sehr verbreitete Open - Source - TK - Anlagen - Software Asterisk entworfen und wurde noch nicht standardisiert.

3.3 Grundlegende Netzwerkprotokolle

Zum grundlegenden technischen Verständnis von Voice over IP muss auf diverse Netzwerkprotokolle eingegangen werden. Ebenfalls von Bedeutung ist ein Vergleich zu ISDN, um die Rolle der Netzwerkprotokolle sowie die Unterschiede der beiden Technologien besser zu verstehen. Zur Erklärung der Protokolle wird das TCP/IP - Modell ⁸ in Abbildung 1 aufgegriffen, welches auf dem OSI - Referenzmodell ⁹ basiert. Alle genannten Protokolle können in dieses Schema einsortiert werden.

⁶Verwendung in Carrier - und Campus - Backbones, vgl. [HRDV02] Kapitel 1.3.1 Seite 27

⁷Vgl. [HRDV02] Kapitel 1.3.2 Seite 28

⁸Siehe Wikipedia <http://de.wikipedia.org/wiki/TCP/IP-Referenzmodell>

⁹Siehe Wikipedia <http://de.wikipedia.org/wiki/OSI-Modell>

3.3.1 OSI - Referenzmodell

Das Modell ist in Schichten, so genannte Layer, unterteilt, wobei jede Schicht eine fest definierte Aufgabe erfüllt und diese der nächsthöheren Schicht zur Verfügung stellt. Daten durchlaufen beim Versenden die Schichten von oben nach unten, beim Empfänger werden die Daten in umgekehrter Reihenfolge wieder extrahiert.

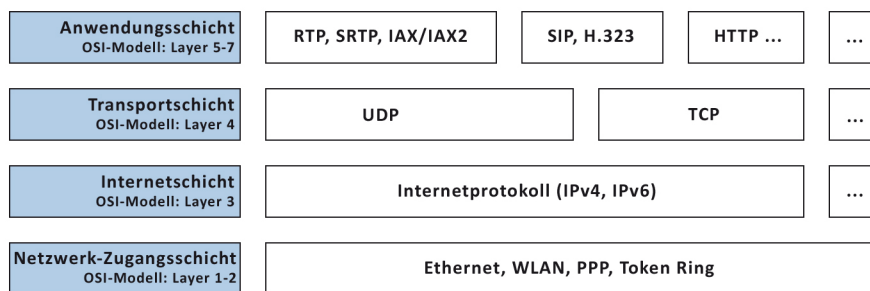


Abbildung 1: OSI - Referenzmodell mit Voice over IP Protokollen

Die Netzwerkzugangsschicht regelt die bitweise Übertragung über das zugrunde liegende Medium, etwa über ein gängiges Ethernet - Netzwerk oder über ein WLAN - Funknetzwerk, so dass diese vom Übertragungsmedium unabhängig werden. Computernetzwerke werden zumeist über Twisted - Pair - Kabel (vier Adernpaare) unterschiedlicher Kategorien verkabelt. Die heutzutage üblichen Ethernet - Netzwerke nutzen CAT5 - oder CAT7 - Kabel und erreichen Übertragungsraten von 100 MBit/s bis zu 1000 MBit/s, dem so genannten Gigabit Ethernet ¹⁰.

3.3.2 ISDN

Bei der digitalen Telefonie über ISDN unterscheidet man zwischen einem B - und einem D - Kanal. Der B - Kanal dient zur Übertragung von Nutzinformatio-
nen, also der Sprache, wohingegen der D - Kanal Steuerinformationen über die

¹⁰Siehe Wikipedia <http://de.wikipedia.org/wiki/Twisted-Pair-Kabel> und <http://de.wikipedia.org/wiki/Ethernet>

Verbindung transportiert. Als Anschlussart ist für den Privatbereich ein Basisanschluss mit zwei B - Kanälen, auch als BRI (*Basic Rate Interface* ¹¹) bezeichnet, verfügbar. Unternehmen nutzen hier einen Primärmultiplexanschluss mit bis zu 30 B - Kanälen, auch PRI (*Primary Rate Interface* ¹²) genannt. Mit diesem sind bis zu 30 gleichzeitige Verbindungen möglich. Übertragen wird ISDN über ein Kabel mit mindestens 2 Adernpaare (Senden: TX und Empfangen: RX).

3.3.3 Voice over IP

Das Internetprotokoll IP ist ein paketorientiertes Protokoll ¹³ das Daten in kleine Pakete unterteilt und diese mittels einer IP - Adresse (Format x.x.x.x mit x zwischen 0 und 254) und einer Subnetzmaske (selbes Format) eindeutig an den Empfänger adressieren kann. Jedes Gerät in einem Netzwerk verfügt über eine solche, eindeutige Adresse. Auf Basis des Internetprotokolls arbeiten das *Transmission Control Protocol* (TCP ¹⁴) und das *User Datagram Protocol* (UDP ¹⁵) in der Transportschicht.

Das wohl wichtigste Voice over IP - Protokoll, das *Session Initiation Protocol*, kurz SIP ¹⁶, nutzt TCP als sicheres Protokoll zur Initiierung von Multimedia - Sitzungen, so genannten Sessions, zwischen zwei oder mehreren Teilnehmern zur multimedialen Kommunikation. SIP ist ein universales, textbasiertes Protokoll, ähnlich dem HTTP - Protokoll, das nicht auf Voice over IP beschränkt ist und auch für die Videoübertragung genutzt wird. Wichtig ist dabei, dass SIP noch keinerlei Sprache überträgt sondern lediglich die Verwaltung der Sessions (Aufbau der Sprachverbindung, Freizeichen, Klingelton, Umleitungen usw.) übernimmt sowie den verwendeten Codec (siehe Kapitel 3.6.2 „[Sprachcodierung & - komprimierung](#)“ Seite 22) zwischen den beiden Endgeräten aushandelt. In Analogie zu ISDN stellt SIP den D - Kanal dar, beide Arten sind zueinander

¹¹Siehe Wikipedia <http://de.wikipedia.org/wiki/Basisanschluss>

¹²Siehe Wikipedia <http://de.wikipedia.org/wiki/Prim%C3%A4rmultiplexanschluss>

¹³Siehe Wikipedia http://de.wikipedia.org/wiki/Internet_Protocol

¹⁴Siehe Wikipedia http://de.wikipedia.org/wiki/Transmission_Control_Protocol

¹⁵Siehe Wikipedia http://de.wikipedia.org/wiki/User_Datagram_Protocol

¹⁶Siehe Wikipedia http://de.wikipedia.org/wiki/Session_Initiation_Protocol

kompatibel ¹⁷. SIP hat das wesentlich komplexere Protokoll H.323 weitgehend aus allen neueren VoIP - Produkten verdrängt.

Die Sprachdaten bei Voice over IP werden über das *Real - Time Transport Protocol* (RTP ¹⁸) übertragen. Es basiert auf UDP und dient zur kontinuierlichen Übertragung von multimedialen, isochronen Daten unter Echtzeitbedingungen. UDP ist in seiner Art ein schlankes aber unsicheres Protokoll, da es die Ankunft einzelner Pakete beim Empfänger nicht überprüft und keinerlei Ansprüche auf Integritätskontrollen oder Vollständigkeit erfüllt. Die von UDP kommende Unsicherheit in der Paketübertragung ist jedoch vernachlässigbar, da selbst ein Paketverlust von bis zu 3% für einen Menschen nicht hörbar ist (vgl. [HRDV02] Kapitel 11.2 Seite 234). Würde RTP hier über TCP genutzt werden, würden verloren gegangene Pakete erneut gesendet und empfangen werden. Der Gesprächspartner würde in diesem Fall kleinere Sprachfetzen zeitversetzt hören und als verminderte Sprachqualität wahrnehmen. Vergleichbar ist RTP mit dem B - Kanal einer ISDN - Verbindung mit dem die eigentliche Sprache übertragen wird.

3.3.4 Unterschiede zu ISDN

Früher sagte man bei einem Besetzt - Zeichen häufig: „Die Leitung ist belegt“. Damit wollte man ausdrücken, dass ein Teilnehmer nicht erreicht werden konnte. Der Spruch hat sich eingebürgert weil ISDN streng auf Leitungen bzw. Kanälen basiert. Für Voice over IP trifft diese Aussage nicht zu. Obwohl ein CAT5 - Kabel vier Adernpaare besitzt, ist die Anzahl der Gespräche nur durch die Bandbreite in einem Netzwerk beschränkt. Dies erklärt sich dadurch, dass Voice over IP paketorientiert statt leitungsorientiert arbeitet. Somit ist VoIP unabhängig von Leitungen und abhängig davon wie viele Pakete in der Sekunde über das Netzwerk transportiert werden können. Zugleich fällt auch die Abhängigkeit von den Adernpaaren eines Kabels, die man bei ISDN - Hausverkabelungen bisher berücksichtigen musste.

¹⁷Siehe Beispiel [Bad05] Kapitel 7.8.1 Abbildung 7.8-3 Seite 282

¹⁸Siehe Wikipedia http://de.wikipedia.org/wiki/Real-Time_Transport_Protocol

3.4 VoIP - Struktur & Verbindungsaufbau

Um über SIP eine Verbindung aufzubauen, bedient es sich der üblichen Client - Server - Struktur ¹⁹. Die Telefonanlage fungiert als Server ²⁰, jedes Endgerät, also jedes Telefon, wird als Client betrachtet. Die Namen für die Clients orientieren sich an der E - Mail - Namenskonvention (user@server) und enthalten üblicherweise die Durchwahl oder den Mitarbeiter - Namen als User und die TK - Anlage als Server. Mit Hilfe dieses Namens und einem Passwort registrieren sich alle Telefone am Server, auf dem alle erlaubten Benutzer sowie deren Einstellungen und Optionen abgespeichert sind.

Bevor jedoch ein kompletter Verbindungsaufbau dargestellt werden kann, fehlt ein weiterer Zusammenhang, der für herkömmliche Telefon - Benutzer sehr ungewöhnlich klingt. Jedes Voice over IP - Telefon ist kein Telefon im eigentlichen Sinne sondern vielmehr ein vollwertiger Computer. Es besitzt einen Prozessor, Speicher, eine Netzwerkkarte zur Netzwerkkommunikation sowie ein Webinterface zur Konfiguration ²¹. Darüber hinaus können auch Software - Telefone, so genannte Softphones, zum telefonieren verwendet werden, siehe Kapitel 3.8.1 „Softphones“ Seite 27.

Dadurch, dass jedes Telefon eine herkömmliche Netzwerkkarte eingebaut hat, besitzt es auch eine eigene, im Netzwerk eindeutige IP - Adresse. Beim Starten des Telefons läuft ein Registrierungsprozess mit der Telefonanlage ab, im Zuge dessen die IP - Adresse der Anlage bekannt gemacht wird. Die Registrierung weist dem Telefon die eingestellte Durchwahl zu und wird periodisch wiederholt, um Änderungen rechtzeitig aufzufrischen. Erst nach der initialen Registrierung ist das Telefon voll einsatzbereit und kann zum Telefonieren benutzt werden. Ein Betrieb ohne Server und Registrierung ist nicht möglich.

¹⁹Streng nach [HRDV02] Kapitel 32.3 Seite 543; [Nö105] verwendet hier User Agent Client (UAC) und User Agent Server (UAS), vgl. Kapitel 5.3 Seite 73

²⁰[Nö105] unterscheidet hier noch zwischen Registrar -, Proxy - und Redirect - Server. Diese feine Unterscheidung wird nicht betrachtet, da sich alle Komponenten, mit Ausnahme von Großimplementierungen, auf einer Hardware vereinigen.

²¹Z.B. Telefone des Herstellers snom; Webinterface Beispiel unter http://www.snom.com/wiki/index.php/Web_Interface

Statt IP - Adressen lassen sich mit Hilfe eines DNS - Servers auch sprechende Namen verwenden. Beispielsweise *103.firma.de* anstatt *10.0.0.82* für das Telefon mit der Durchwahl 103, oder *voip.firma.com* als Domainname für den Server. Das *Domain Name System*, kurz DNS ²², bezeichnet eine Datenbank, die Domainnamen (www.google.de) in eine IP - Adresse auflöst. Die Erleichterung von DNS wird in einer Vielzahl von Quellen (vgl. [Bad05] Kapitel 7 Seite 250 und [Nöl05] Kapitel 5.3.2 Seite 70 Bild 5.9) verwendet. Diese zusätzliche Instanz stellt jedoch einen *Single Point of Failure* ²³ dar, da der Ausfall von DNS zwangsweise den Ausfall der kompletten Telefonie zur Folge hat. Von der Benutzung dieser Namenskonvention wird deshalb in weiteren Kapiteln abgesehen.

Wie einfach ein Telefonat zwischen zwei IP - Telefonen mittels SIP zustande kommt, zeigt die Abbildung 2 (siehe [Bad05] Kapitel 7.1.3 Seite 250):

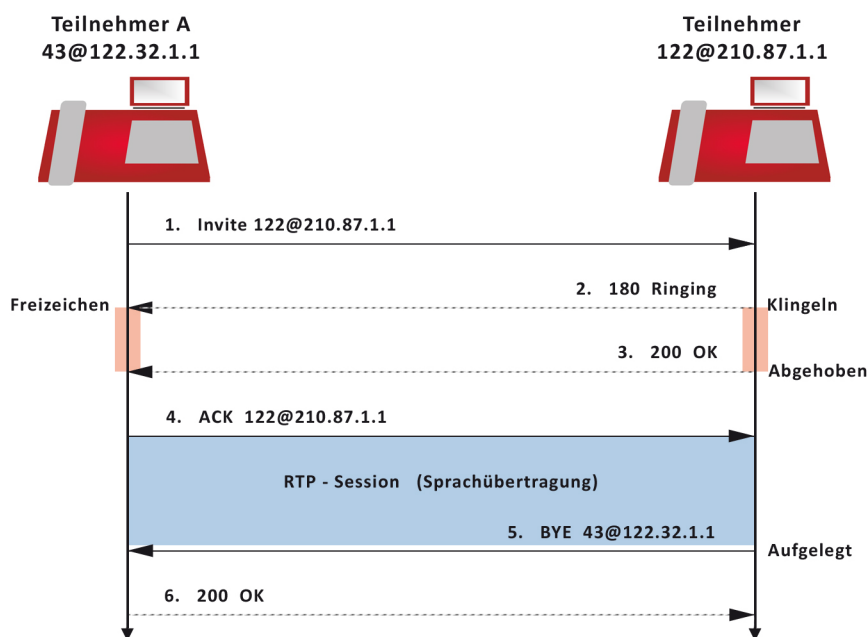


Abbildung 2: SIP - Verbindung zweier IP - Telefone

Sobald Teilnehmer A die Zielrufnummer eingetippt und den Hörer abgehoben hat, schickt sein Telefon eine *INVITE* - Anfrage an das Zielgerät, um dieses zu einer Session einzuladen. Darin enthalten sind eine Reihe von notwendigen Anga-

²²Siehe Wikipedia http://de.wikipedia.org/wiki/Domain_Name_System

²³Siehe Wikipedia http://de.wikipedia.org/wiki/Single_Point_of_Failure

ben, unter anderem die vorgeschlagene Sprachcodierung sowie die unterstützen RTP - Parameter. Unterstützt das IP - Telefon von B all diese Vorgaben, beginnt es den Anruf durch ein Klingeln zu signalisieren. Gleichzeitig sendet es die Antwort in Form von *RINGING* an A zurück. Sobald diese bei Teilnehmer A angekommen ist, kann auch hier der Freizeichen signalisiert werden.

Den nächsten Abschnitt leitet Teilnehmer B mit dem Abheben des Hörers ein. Sein Telefon sendet ein *OK*, die Gegenstelle bestätigt dies mit einem *ACK*. Danach ist die logische Verbindung aufgebaut und die Arbeit von SIP vorerst getan. Es folgt die Sprachübertragung über RTP, die so genannte RTP - Session. Beide Teilnehmer können nun unbegrenzt miteinander sprechen. Zur Beendigung des Telefonats können beide Teilnehmer die Verbindung durch Auflegen beenden. In diesem Beispiel tut dies Teilnehmer B. Sein Telefon übermittelt *BYE* und baut daraufhin die RTP - Session ab, was das IP - Telefon A abschließend mit der Antwort *OK* quittiert.

Ein ausführliches Protokoll einer SIP - Verbindung ist zudem im Anhang Kapitel [8.1 „Protokoll SIP - Verbindung“](#) ab Seite [97](#) zu finden. Neben weiteren Details können die einzelnen Schritte dort nachverfolgt werden.

3.5 Telefonnummern - Vergabe

Wird Voice over IP in einem Unternehmen nur zur internen Kommunikation verwendet, also ohne Internettelefonie, werden alle Telefonate nach extern ganz normal über den Amtsanschluss via ISDN abgewickelt. Das Unternehmen ist über eine herkömmliche Rufnummer erreichbar welche vom entsprechenden Anbieter vergeben und verwaltet wird.

Auf Grund der Verbreitung der Internettelefonie auf dem Privatmarkt lohnt es sich, diese auch in einem unternehmerischen Umfeld zu betrachten, auch wenn die Konzepte in weiteren Kapiteln auf diese verzichten.

Nutzt ein Unternehmen die Internettelefonie, braucht es dafür einen eigenen Anbieter, einen so genannten SIP - Provider. Für den Business - Bereich gibt es professionelle Anbieter die sich auf Voice over IP spezialisiert haben. Deren Kernkompetenz besteht in der Bereitstellung von hochwertigen Telefoniediensten auf Basis von Voice over IP. Durch entsprechende *Service - Level - Agreements* (SLA²⁴) wird eine bestimmte Dienstgüte vereinbart und gewährleistet wodurch sie gegenüber dem Privatmarkt wesentlich professioneller positioniert sind. Beispiele für solche Business - Provider sind etwa *sipgate* (www.sipgate.de) oder das kürzlich von *easynet* übernommene *DUSnet* (www.dus.net).

Die Provider kooperieren untereinander, vor allem international. Ein Gespräch in die USA wird vom deutschen SIP - Provider per Internet zum nächstgelegenen, amerikanischen Partner geleitet. Dort muss das Gespräch nur noch ins nahe Festnetz eingespeist werden und es fallen lediglich Gebühren eines bundesstaat-internen Gesprächs oder eines Ortsgesprächs an. Die Kosten für die Übertragung über das Internet sind dabei verschwindend gering. Zudem bündeln die Anbieter die Marktmacht ihrer Kunden gegenüber den Festnetz - Anbietern, indem sie große Mengen an Gesprächseinheiten einkaufen und somit wesentlich günstigere Konditionen erzielen. Dies erklärt, warum mit Voice over IP günstigere nationale und internationale Minutenpreise möglich sind.

Ein SIP - Provider vergibt eine E - Mail - ähnliche SIP - Adresse im URI - Format (*Uniform Resource Identifier*), beispielsweise 12345@sip-provider.de. An Hand dieser SIP - Rufnummer kann providerintern telefoniert werden, über entsprechende Angaben zum SIP - Provider und übersetzenden Gateways kann auch mit Teilnehmern anderer Anbieter und dem herkömmlichen Festnetz telefoniert werden.

Viele SIP - Provider bieten auch herkömmliche Ortsrufnummern an, damit ihre Kunden aus dem klassischen Festnetz erreichbar sind. Ein Portierung einer vorhandenen Rufnummer zu einem SIP - Anbieter kann, vor allem bei kleineren Providern, zu großen Problemen führen. Die wichtigste Voraussetzung für

²⁴Siehe Wikipedia <http://de.wikipedia.org/wiki/Service-Level-Agreement>

eine Ortsrufnummer ist eine ladungsfähige Adresse im entsprechenden Vorwahlbereich. Im Zusammenhang mit der nomadischen Nutzung von Voice over IP (siehe Kapitel 3.8.2 „Nomadische Nutzung“ Seite 28) sind Szenarien denkbar, in denen ein Unternehmen Rufnummern in Vorwahlbereichen betreibt, in denen sie nicht ansässig ist. Der regionale Bezug, den eine Vorwahl hat, geht dadurch verloren. Dementsprechend existieren Gesetzesregelungen die diese Art der nomadische Nutzung mit herkömmlichen Rufnummern verbieten und den Ortsnetzbezug kontrollieren.

Um dennoch eine Alternative anbieten zu können, gibt es für konvergente Dienste die ortsunabhängige Vorwahl 032²⁵, die bundesweit auch ohne Ortsbezug vergeben werden kann. Die Rufnummern konnten sich aber in Deutschland in der Vergangenheit nicht durchsetzen, da die Erreichbarkeit dieser Nummern begrenzt ist. Viele kleine Anbieter scheuen die Zusatzverträge die bei einer Weiterleitung zu diesen Nummern nötig sind.

Vielversprechend ist hingegen das *Telephone Number Mapping*, kurz ENUM²⁶, dessen Funktionsweise vom DNS aus der Computerwelt übernommen wurde. Anstatt, wie bei DNS, Webadressen in IP - Adressen umzuwandeln, werden bei ENUM E - Mail - Adressen (user@googlemail.com) in Telefonnummern (+49 12345 67890) übersetzt. ENUM wird durch die Endgeräte oder durch den SIP - Provider genutzt. Sobald eine E - Mail - Adresse angewählt wird, fragt das Telefon an einer ENUM - Stelle die entsprechende Rufnummer ab und wählt diese an. Dieser Dienst soll Voice over IP zusätzlich komfortabler machen, birgt aber auch Gefahren²⁷.

²⁵Siehe Wikipedia http://de.wikipedia.org/wiki/Vorwahl_032_%28Deutschland%29

²⁶Siehe Wikipedia http://de.wikipedia.org/wiki/Telephone_Number_Mapping

²⁷ENUM ermöglicht aber auch den Spam over IP - Telephony, kurz SPIT. Siehe [Rei07] und Wikipedia

3.6 Sprachqualität

Eine der empfindlichsten Anwendungen eines jeden Unternehmens ist die Telefonie. Diese trägt einen erheblichen Teil zur Außenwirkung eines Unternehmens bei und ist häufig auch entscheidender Maßstab für die Kundenzufriedenheit. Dabei ist nichts schlimmer als eine schlechte Sprachqualität oder gar Verbindungsabbrüche während des Telefonats. Deshalb zählt eine konstant hervorragende Sprachqualität zu den entscheidendsten Kriterien von Voice over IP überhaupt und dementsprechend wichtig ist es, auf die einzelnen, die Sprachqualität beeinflussenden Faktoren einzugehen.

Ein häufig verwendeter Fachbegriff in diesem Zusammenhang ist der *Quality of Service*, kurz QOS ²⁸. Dieser bezeichnet die Dienstgüte die durch das Zusammenspiel aller Komponenten eines Telekommunikationsnetzes erreicht wird sowie die Maßnahmen um diese zu verbessern.

Um die Sprachqualität exakt bewerten zu können, reicht es nicht aus objektive Fakten zu bewerten. Sprachqualität ist immer auch ein subjektives Empfinden eines Menschen. Beispielsweise kann eine Verschlechterung der Sprachqualität gemessen werden, jedoch hat sie keinerlei Einfluss wenn sie immer in Sprechpausen auftritt und deshalb nicht hörbar wird. Aus diesem Grund empfiehlt das ITU - T die Bewertung der subjektiven Sprachqualität als einzig zuverlässige Methode ²⁹.

Zu diesem Zweck wird der *Mean Opinion Score*, kurz MOS, als subjektiver Mittelwert zur Sprachqualität eingeführt. Anhand eines standardisierten Testaufbaus werden Hörproben nach ihrer Lautstärke und ihrer Satz -, Wort - und Silbenverständlichkeit bewertet. Bei circa 100 repräsentativen Probanden kann dieser Test als statistisch signifikant betrachtet werden. Auf Grund des standardisierten Testaufbaus wird der MOS auch zur Bewertung von verschiedenen Sprachcodie-

²⁸Siehe Wikipedia <http://de.wikipedia.org/wiki/QOS>

²⁹Empfehlungen P.800, P.800.1 und P.830 auf <http://www.itu.int/rec/T-REC-P/en>

rungen verwendet, siehe Kapitel 3.6.2 „Sprachcodierung & -komprimierung“ Seite 22.

Der errechnete MOS - Faktor erreicht Werte zwischen 0,0 und 5,0, wobei 0 eine nicht verständliche Sprache kennzeichnet und 5 eine Sprachqualität darstellt, die der natürlichen Wahrnehmung der Sprache entspricht. Die nachfolgende Tabelle zeigt die MOS - Skala und ordnet die verschiedenen Werte der Anstrengung und Aufmerksamkeit zu, die nötig ist, um die Sprache zu verstehen (aus [Bad05] Kapitel 5.1.7 Seite 147 Tabelle 5.1-1):

MOS - Werte	Einordnung	Bedeutung
5	excellent	Keinerlei Anstrengung zum Verständnis der Sprache notwendig; totale Entspannung möglich
4	good	Keine Anstrengung notwendig, Aufmerksamkeit nötig
3	fair	Leichte, moderate Anstrengung nötig
2	poor	Merkbare, deutliche Anstrengung nötig
1	bad	Trotz Anstrengung keine Verständigung

Abbildung 3: MOS - Skala

In der Praxis sollten stets MOS - Wert um den Wert 4 angestrebt werden. Entscheidend hierfür ist der verwendete Codec, der im Laufe dieses Kapitels noch erklärt wird.

3.6.1 Beeinflussende Faktoren

Voice over IP stellt besonders hohe Anforderungen an IP - Netze. Schwankungen in der Sprachqualität lassen sich dabei durchwegs auf die Übertragung der einzelnen IP - Pakete über das Internetprotokoll zurückführen. Ausgelastete Netzwerke, viele Firewalls oder Proxy - Server auf dem Übertragungsweg sowie eine zu geringe Bandbreite der Internetanbindung wirken sich negativ auf die Laufzeit der einzelnen Pakete aus. Die Laufzeit von Paketen bezeichnet die Zeit, die

ein Paket von einem Endpunkt einer Verbindung zum Anderen benötigt, die so genannte Latenz oder Ende - zu - Ende - Verzögerung (vgl. [HRDV02] Kapitel 9.1.2 Seite 180). In Bezug auf die Quelle zeigt die nachfolgende Abbildung ab welchen Werten ein Qualitätsunterschied hörbar ist.

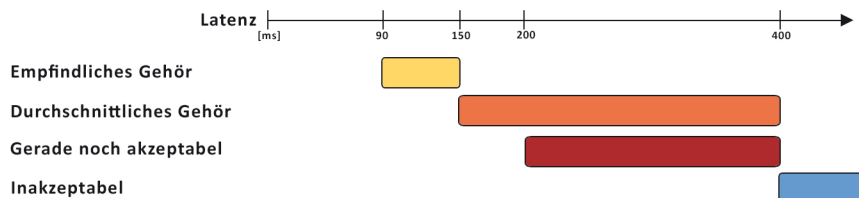


Abbildung 4: Einordnung der Ende - zu - Ende - Verzögerung

Erst ab einer Latenz von 90 Millisekunden ist ein empfindliches Gehör in der Lage Sprachqualitätseinbußen zu registrieren. Ab 150 Millisekunden nimmt auch ein durchschnittliches Gehör eine mangelnde Sprachqualität wahr, ab 200 Millisekunden ist eine normale Konversation gerade noch möglich. Sobald die Verzögerung mehr als 400 Millisekunden beträgt, ist ein vernünftiges Gespräch nicht mehr möglich. Auch in [NöI05] Kapitel 4.1.1 ab Seite 37 wird eine ähnliche Einteilung getroffen, beide Quellen verweisen auf die International Telecommunication Union.

Zum Vergleich: Die Verzögerung in GSM - Funknetzwerken beträgt circa 100 ms, transkontinentale Internetverbindungen liegen unter 100 Millisekunden. In-nereuropäische Internetverbindungen benötigen in der Regel weit unter 50 ms wohingegen deutschlandweite Verbindungen nur im Schnitt 10 Millisekunden benötigen. Diese Werte können mittels des Ping - Programms auf verschiedene Internet - Adressen des jeweiligen Kontinent überprüft werden. Dieses Programm ist standardmäßig auf der Kommandozeile eines jeden Betriebssystems vorhanden.

Tritt eine Verzögerung von mehreren aufeinander folgenden Paketen auf, so werden in diesem Zusammenhang die Begriffe Latency oder Delay verwendet. Folgende Abbildung 5 zeigt die Auswirkung überlasteter Netzwerke auf ein Tele-

fonat zwischen den Teilnehmern A und B und den Effekt den die Latency (L) verursacht.

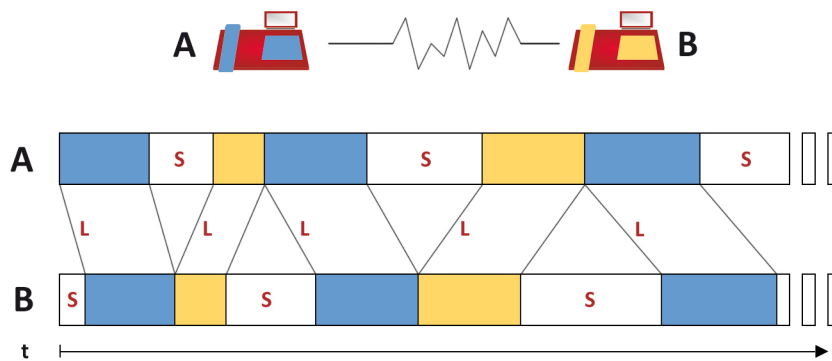


Abbildung 5: Auswirkungen von Latency auf ein Telefonat

Während Teilnehmer A das Gespräch beginnt, hört Teilnehmer B dessen Worte, aufgrund ausgelasteter Netzwerke und entsprechend langsam übermittelten Paketen, nur mit etwas Verzögerung. Teilnehmer B antwortet, aus seiner Sicht, unmittelbar nachdem Teilnehmer A ausgesprochen hat. Aus Sicht des A tritt aber, nachdem er ausgesprochen hat, eine kleine Stille (S) ein, so als würde B nicht unmittelbar antworten. Diese Stille entsteht durch die Verzögerung der Sprachpakete die auf dem Weg zu B auftritt sowie durch die Verzögerung der Antwort des B, die wiederum zurück zu A gesendet werden muss. Die anhaltende Latency schaukelt sich der Effekt, besonders im Verlaufe langer Gespräche, immer mehr auf, wodurch die Stille immer länger wird und nach und nach ein Halbduplex - Effekt entsteht. Beide Gesprächspartner haben dann den Eindruck, als könnten sie, ähnlich dem Funkverkehr, nur wechselseitig sprechen. Ein flüssiges Gespräch kommt nicht zustande.

Im Gegensatz zu einer generellen Verzögerung kann es, wegen der aktuellen Auslastung der Netzwerkkomponenten, auch zu einer Verspätung von einzelnen Paketen kommen. Diese so genannten Jitter machen sich durch kleine Knackser oder Sprachaussetzer im Millisekundenbereich beim Empfänger bemerkbar. Gleiches gilt auch, wenn vereinzelte Pakete auf dem Übertragungsweg verloren gehen, der so genannte Paketloss.

3.6.2 Sprachcodierung & -komprimierung

Mit die entscheidendste Rolle bei der Sprachübertragung und der Sprachqualität spielt der verwendete Codec. Der Begriff *Codec* setzt sich aus dem englischen *coder* und *decoder* zusammen und bezeichnet ein Verfahren bzw. ein Programm zur digitalen Codierung und Decodierung von Daten und Signalen. Um die Übertragungsrate zu minimieren, wird meist gleichzeitig eine Kompression bzw. Dekompression durchgeführt. Bei einem SIP - Verbindungsaufbau handeln sich beide Endgeräte diesen Codec aus, je nachdem welche Codecs von beiden Telefonen unterstützt werden.

Entscheidende Kriterien eines Codecs sind seine Datenrate in kBit/s sowie die erreichte subjektive Sprachqualität. Die Komplexität des Verfahrens und die Verzögerung, die durch das aufwendige Codieren entsteht, sind auf Grund immer leistungsfähigerer und billigerer Hardwarekomponenten kaum noch relevant (vgl. [HRDV02] Kapitel 10.4 Seite 225 - 226). Im Folgenden werden die gängigsten Codecs nach Empfehlung der ITU - T kurz vorgestellt und anhand den Kriterien eingeordnet ³⁰ .

Je weiter sich ein Codec im grünen Bereich der Abbildung 6 befindet, desto herausragender ist das Bitrate - MOS - Verhältnis. Der ideale Codec bietet eine Sprachqualität, die der natürlichen Wahrnehmung entspricht und benötigt zur Sprachübertragung nur ganz wenige kBit/s. Da es diesen Codec nicht gibt, muss je nach den Erfordernissen ein geeigneter Codec ausgewählt werden. Ein falsch gewählter Codec kann dabei zu Einbußen des Quality of Service führen. Moderne IP - Telefone sind in der Lage, auch während eines Gesprächs auf den geeignetsten Codec zu wechseln.

Die Abbildung unterscheidet zwischen Abtastwert - orientierten und Segment - orientierten Codecs. Diese Angabe bezieht sich auf das physikalische Verfahren, die analoge Sprache des Menschen in ein digitales Signal umzuwandeln. Diese

³⁰Daten auf Basis [Nö105] Kapitel 4.5 Seite 50 Tabelle 4.3; siehe auch [Bad05] Kapitel 5.1.6 Seite 145 Abbildung 5.1-8

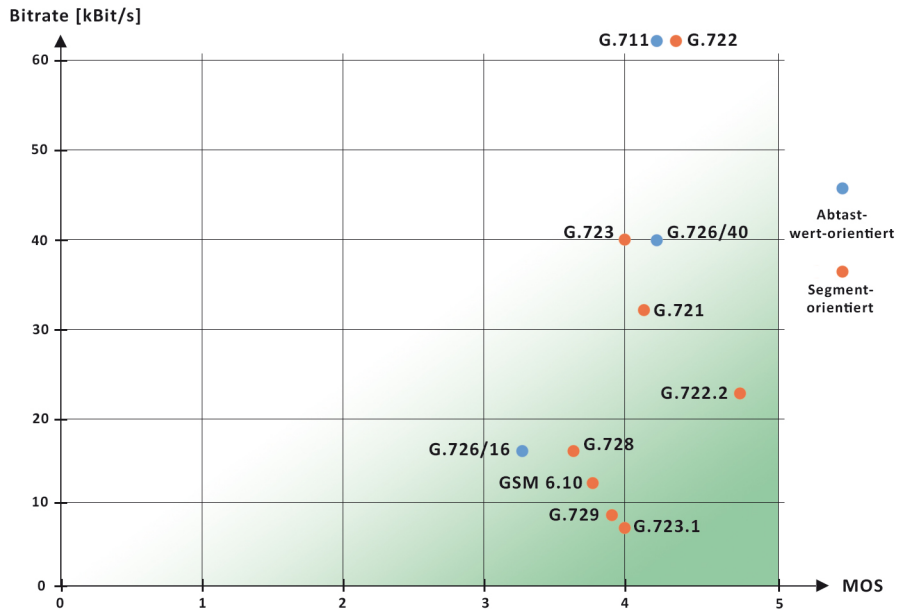


Abbildung 6: Sprachcodierungen im Vergleich

Modulationsverfahren unterscheiden sich dadurch, dass sie die Stimme entweder in fest definierten Intervallen abtasten oder sie vor der Weiterverarbeitung in kleine Segmente im Millisekunden - Bereich unterteilen. Segment - orientierte Sprachcodierungen sind dabei für Voice over IP von sehr großer Bedeutung, da sie die höchsten Komprimierungsraten bei qualitativ hochwertiger Sprachqualität bieten. Weitere Details zur Sprachcodierung befinden sich in [Bad05] Kapitel 5.1 ab Seite 132 sowie [Nöl05] Kapitel 4.4 ab Seite 44.

G.711 ist der Standard - Codec aus dem öffentlichen Telefonnetz und wird von allen Telefonen unterstützt. G.721 bis G.723 wurden durch die ITU - T - Empfehlung G.726 abgelöst. Deshalb werden sie nur noch in Verbindung mit älteren Endgeräten verwendet, bei denen eine Implementierung des G.726 fehlt. Besonders zu beachten ist der Standard G.722.2. Dieser „wurde von der Standardisierungsgesellschaft für Mobilfunk, der 3GPP, für drahtlose Mobilfunknetze als einziger Codec ausgewählt, der von allen Systemen unterstützt werden muss“, siehe [Nöl05] Kapitel 4.5 Seite 49. Eine Implementierung dieser Variante ist in allen VoIP - Telefonen vorhanden.

Der Codec G.726 ist der Standard - Codec für Voice over IP. Genutzt wird er darüber hinaus noch bei mobilen DECT - Telefonen. Bei einer variablen Bitrate zwischen 16 kBit/s und 40 kBit/s bietet er MOS - Werte zwischen 3,3 und 4,2. Auf Grund der heutzutage verfügbaren Bandbreiten können durchwegs die 40 kBit/s- und die 32 kBit/s - Varianten genutzt werden. Bei 32 kBit/s entsteht bei einem einminütigen Telefonat ein Datenaufkommen von 600 kB. Auf eine Stunde hoch gerechnet entspricht das einer Datenmenge von etwa 36 MB ³¹, eine in der Praxis durchaus realistische Angabe. Abhängig vom Redefluss und der Anzahl der Sprechpausen kann dieser Wert aber noch signifikant variieren.

Ein sehr leistungsfähiger und rechenintensiver Codec ist der G.729 der eines der besten Bandbreite - Qualität - Verhältnisse bildet. Ein Konsortium hat sich diesen Codec patentieren lassen und folglich fallen Lizenzgebühren für die Verwendung an ³². Wegen des aufwendigen Verfahrens wird er nur in neueren Endgeräten verwendet. GSM 6.10 ist ein, aus den Mobilfunknetzen, adaptierter Codec, der bei guter Bandbreite eine moderate Sprachqualität von 3,7 vorweist. Nichtsdestotrotz ist er im Vergleich zu neueren Codecs unterlegen.

3.7 Sicherheit

Im Vergleich zu traditionellen TK-Anlagen ist der ungesicherte Einsatz der Voice over IP - Technologie mit deutlich höheren Risiken verbunden, denn VoIP - Systeme erben die Sicherheitsrisiken der IT - Welt und behalten gleichzeitig viele Gefahren aus der TK - Welt bei. Sämtliche Informationen und Gesprächsinhalte, die bei einem VoIP - Telefonat mittels RTP und SIP übertragen werden, sind unverschlüsselt und somit von jedermann mit relativ geringem Aufwand und entsprechendem Wissen mithörbar. Deshalb warnen viele Experten und Institute, unter anderem das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik ³³, vor dem unbedarften Einsatz in Unternehmen und Privathaushalten. Dabei kann

³¹Vgl. Wikipedia <http://de.wikipedia.org/wiki/G.726>

³²Siehe Pressemitteilung <http://www.prnewswire.co.uk/cgi/news/release?id=149723>

³³Vgl. Webseite des Bundesamtes für Sicherheit in der Informationstechnik: Studie zur Sicherheit von Voice over IP auf <http://www.bsi.de/literat/studien/VoIP/index.htm>

Voice over IP wie jedes andere IT - System betrachtet und abgesichert werden, da es auf derselben Hardware und denselben Netzwerkprotokollen basiert.

Auf eine in der Praxis häufig eingesetzte Methode, das *Virtual Private Network* (VPN ³⁴), soll hier kurz in Grundzügen eingegangen werden. Mit dieser Technik werden zwei unterschiedliche, entfernte Netzwerke über ein drittes, unsicheres Netzwerk mit Hilfe eines verschlüsselten Tunnels verbunden und zu einem virtuellen Netzwerk zusammengefasst. Verschlüsselt wird via *Secure Sockets Layer*, kurz SSL ³⁵, einem Verfahren das auch bei gesicherten Internetverbindungen *https* benutzt wird. Endpunkte dieses Tunnels können sowohl ein Server oder ein Client als auch eine Firewall mit entsprechender Software sein, die temporär oder permanent betrieben werden.

Unternehmen nutzen diese Technologie um Standorte zuverlässig miteinander zu verbinden ³⁶. Das folgende Beispielszenario in Abbildung 7 zeigt eine grundlegende Absicherung von Voice over IP mittels eines VPN's auf.

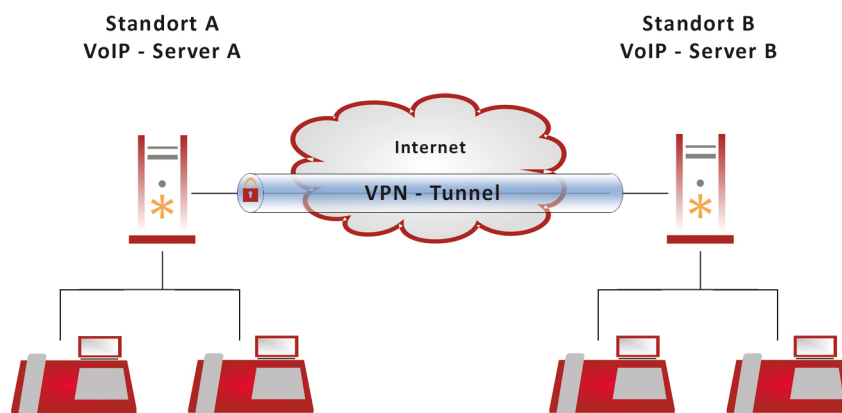


Abbildung 7: Standortkopplung mittels VPN

Die VoIP - Server beider Standorte sind über einen VPN - Tunnel miteinander verbunden. Die Konstruktion eines virtuellen Netzwerks erleichtert die standortübergreifende Telefonie enorm, da der entfernte Server in Standort B so be-

³⁴Z.B. OpenVPN als kostenlose Open - Source - Implementierung. Zu finden unter <http://www.openvpn.net>

³⁵Siehe Wikipedia http://de.wikipedia.org/wiki/Transport_Layer_Security

³⁶Vgl. [Inf05] Kapitel 6.3 Seite 144 - 146

handelt werden kann, als stünde er im Standort A und als wäre er dort ins Netzwerk eingebunden. Jeglicher standortinterne Datenaustausch zwischen den Telefonen und dem VoIP - Server ist jedoch ungeschützt.

Bei einer ganzheitlichen Voice over IP - Sicherheitsbetrachtung muss deshalb die folgende Grundregel herausgestellt werden: Sicherheit muss Aufgabe der Endgeräte sein. Die Verschlüsselung muss konsequent beim Endgerät beginnen und beim Zielgerät enden, unabhängig davon ob Teilstrecken zusätzlich verschlüsselt sind. Hierfür müsste jedes einzelne Endgerät im Netzwerk eine Verschlüsselung unterstützen. Die Quelle [HRDV02] empfiehlt in Kapitel 28.2.2 Seite 502 die Anwendung eines geschichteten Netzwerkes. Diese Maßnahme bietet jedoch nur einen oberflächlichen Sichtschutz, mit echter Sicherheit oder gar Verschlüsselung hat diese Maßnahme wenig zu tun.

Ein sehr guter, weiterführender Artikel ist in [Rei07] zu finden, der unter anderem auch die sichere Variante des bereits genannten RTP - Protokolls, das *Secure Real - Time Protocol* SRTP, erwähnt. Dieses verwendet zur Verschlüsselung das frei verfügbare *Advanced Encryption Standard* - Kryptosystem (AES ³⁷), dass unter anderem in den USA für Dokumente mit höchster Geheimhaltungsstufe zugelassen ist. Dadurch ist eine abhörsichere Echtzeit - Sprachübertragung zwischen den SRTP - fähigen Endgeräten möglich, ohne zusätzliche Software oder Komponenten. Der durch die Verschlüsselung entstehende Overhead kann vernachlässigt werden, Einbußen in der Sprachqualität treten nicht auf, da die Verschlüsselung durch einen separaten Kryptografie - Chip realisiert wird.

3.8 Features von Voice over IP

Im Folgenden werden drei, im Vergleich zur klassischen Telefonie, besonders herausragende Merkmale von Voice over IP vorgestellt. Diese werden in den nachfolgenden Themengebieten nochmals aufgegriffen.

³⁷Siehe Wikipedia http://de.wikipedia.org/wiki/Advanced_Encryption_Standard

3.8.1 Softphones

Seit jeher erfreuen sich Programme, mit denen untereinander per Sprache kommuniziert werden kann, größter Beliebtheit. Der wohl bekannteste Vertreter für Privatpersonen ist Skype³⁸. Mit dieser Anwendung können alle Skype - Nutzer untereinander kostenlos telefonieren. Die Ausgereiftheit und die Beliebtheit von Skype zeigt den Bedarf der Anwender, ähnliche Software auch an einer VoIP - TK - Anlage zu betreiben.

Ein Softphone bezeichnet ein *Software Telephone*, also eine Computer - Anwendung, mit der, wie mit einem normalen Telefon auch, über eine TK - Anlage telefoniert werden kann. Dank des sehr einfachen SIP - Protokolls gibt es mittlerweile eine Reihe von ausgereiften Softphones. Über ein Headset, dass an die Soundkarte des Rechners angeschlossen ist, kann der Anwender ganz normal telefonieren. Der Computer muss dabei stets in Betrieb sein. Für den VoIP - Server ist nur die IP - Adresse interessant, egal ob sich dort ein Telefon oder ein Rechner mit entsprechender Software meldet.

Die auf dem Markt befindlichen Softphones unterscheiden sich teilweise erheblich im Funktionsumfang und Preis. Von kostenlosen³⁹ Varianten bis zu professionellen⁴⁰ Versionen ist alles von diversen Herstellern verfügbar. Obwohl ein Softphone auf den ersten Blick viele Vorteile bringt, kann, aus der Praxiserfahrung heraus, für Unternehmen und anspruchsvolle Umgebungen keine uneingeschränkte Empfehlung ausgesprochen werden. Durch ein Softphone werden zusätzliche Abhängigkeiten aufgebaut, deren Kontrolle die Komplexität einer Voice over IP - Umgebung enorm steigern kann.

Die Sprachqualität eines Softphones wird durch den ganzen Computer beeinflusst. Ein Softphone ist immer abhängig von der Qualität der Soundkarte, den Sound - Einstellungen, der Geschwindigkeit des Rechners sowie der aktuellen Auslastung. In heterogenen Computer - Umgebungen steigt so der Administra-

³⁸Hersteller Homepage: <http://www.skype.com/>

³⁹Z.B. Nero Sipps von Nero <http://www.nero.com/sippstar/deu/index.html>

⁴⁰Z.B. XPhone von C4B <http://www.c4b.de/>

tionsaufwand stark an, da die Software im Prinzip auf jeden Rechner eingestellt werden muss. Darüber hinaus ist nicht gewährleistet, dass sämtliche Funktionen der VoIP - Anlage unterstützt werden. Auch in der Bedienung ergeben sich kleinere Einschränkungen im Vergleich zu einem normalen Telefon.

Alternativ sollte man über ein Tischtelefon samt Headset nachdenken. Dieses bietet denselben Komfort und gewährt darüber hinaus eine fest definierte Sprachqualität ohne die Abhängigkeiten des Softphones.

3.8.2 Nomadische Nutzung

Die nomadische Nutzung bezeichnet den Betrieb von Endgeräten an entfernten oder häufig wechselnden Orten. Ein solches Szenario bietet Unternehmen eine Vielzahl von Mehrwerten für Geschäftsreisende, Road Warrior ⁴¹, Freiberufler und Heimarbeitsplätze.

Durch die eindeutig auffindbare IP - Adresse eines Telefons in einem Netzwerk spielt es keine Rolle, an welcher Netzwerkdose es im Unternehmen in Betrieb genommen wird. Nach der initialen Registrierung ist es sofort einsatzbereit. Mitarbeiter - Umzüge können so ohne zusätzlichen Aufwand durch den Mitarbeiter selbst abgewickelt werden, indem er sein Telefon einfach am neuen Arbeitsplatz in Betrieb nimmt. Im Vergleich zu klassischen TK - Systemen, bei der jede Telefondose einer fest verdrahteten Durchwahl entspricht, muss keine Änderung der Rufnummer oder die Dienstleistung eines Service - Technikers in Kauf genommen werden. Ein Umstand, der auch bei der Kosten - Analyse in Kapitel 6.2.3 „Wartungsverträge“ Seite 87 eine Rolle spielt.

Die nomadische Nutzung geht jedoch weit über die Anforderungen von Mitarbeiter - Umzügen hinaus. Da eine IP - Adresse weltweit auffindbar ist, kann ein Endgerät an jedem, mit dem Internet verbundenen Netzwerk der Welt in Betrieb genommen werden, sofern es die Zugangsberechtigungen erlauben. Mit einer

⁴¹Siehe Wikipedia http://de.wikipedia.org/wiki/Road_Warrior

kleineren Änderung der Konfiguration des Telefons sowie der Erreichbarkeit des VoIP - Servers von extern sind alle nötigen Voraussetzungen geschaffen. Weitere Faktoren wie etwa die Sicherheit oder die zu erwartende Sprachqualität sollen in diesem einfachen Beispiel keine Rolle spielen.

Hieraus ergeben sich vielfältige Möglichkeiten und Vorteile. Ein Road Warrior kann beispielsweise per Laptop und Softphone sowie einem, auf dem Mobilfunknetz basierenden, mobilen Internetzugang uneingeschränkt über seine gewohnte Durchwahl telefonieren. Oder ein Geschäftsreisender nimmt sein IP - Telefon auf eine längere Geschäftsreise mit nach China, um stets Montag morgens per Telefon an den Sitzungen teilnehmen zu können. In beiden Szenarien ist der Mitarbeiter auch auf Dienstreise unter seiner üblichen Durchwahl für Kunden und Kollegen erreichbar. Ein wichtiges Kriterium für Kunden - orientierte Unternehmen, getreu dem Motto: *One number to the customer*.

Eine Anwendung der nomadischen Nutzung wird in Kapitel [5.4.1](#) „[Heimarbeitsplatz](#)“ Seite [67](#) mit der Integration eines Heimarbeitsplatzes aufgezeigt.

3.8.3 CTI - Möglichkeiten

Eine CTI ⁴², kurz Computer - Telephony Integration ⁴³, bezeichnet die Verknüpfung der Telefonie mit dem Computer und ist damit ein Musterbeispiel für die Konvergenz von Voice over IP.

Über ein spezielles *Telephony Application Programming Interface*, kurz TAPI, ist die Steuerung eines Telefons mittels eines Computers möglich. Genauer gesagt spricht eine TAPI die Management - API - Schnittstelle einer TK - Anlage an. Diese wiederum tauscht sich mit dem Endgerät aus und übergibt die gewünschten Befehle ⁴⁴.

⁴²[HRDV02] Kapitel 5.2.3 Seite 79 unterscheidet hier noch nach 1st und 3rd Party Call Control. In dieser Arbeit bezeichnet CTI ausschließlich eine 3rd Party Control.

⁴³Siehe Wikipedia http://de.wikipedia.org/wiki/Computer_Telephony_Integration

⁴⁴Analogon ist die CAPI für ISDN. Früher musste ein entsprechender CAPI - Treiber installiert werden, wenn man per ISDN ins Internet gehen wollte.

Eine TAPI wird zur Steuerung eines Telefons verwendet und erleichtert den Mitarbeitern den Umgang mit ihrem Telefon.

Eines der Hauptfeatures einer CTI ist die Möglichkeit der Wahl aus allen Applikationen, weshalb die Funktionalität häufig als Click&Call bezeichnet wird. Durch Markieren einer Telefonnummer in einer Anwendung, etwa im Webbrowser oder in Outlook, und dem anschließenden Drücken einer bestimmten Taste auf der Tastatur (z.B. F12), wird die CTI angesprochen und über die Telefonanlage eine Verbindung zum eigenen Telefon aufgebaut. Das Telefon klingelt und nach dem Abheben wird eine Verbindung zur gewünschten Zielrufnummer aufgebaut. Ein umständliches Eintippen der Rufnummern, eventuelle Eingabefehler oder Falschanrufe erübrigen sich so. Die Zeit, die man sich dadurch sparen kann, wird im Kapitel [6.2.2 „CTI - Anwendung“](#) Seite 85 genauer quantifiziert. Eingehende Anrufe werden über ein erscheinendes Fenster auf dem Bildschirm angekündigt. Sind entsprechende Daten vorhanden, wird der Anrufer mit seinem Namen angekündigt.

Eine CTI bietet darüber hinaus noch weitere Funktionalität aus denen sich Mehrwerte ergeben können. Sie kann beispielsweise über jedes geführte Telefonat Journal führen und dieses an eine externe Datenquelle zur weiteren Auswertung übergeben. Diese Details werden *Call Detail Record (CDR)* genannt und sind Grundlagen von Telefonrechnungen, dem so genannten Billing. Dadurch können mit einfachen Mitteln umfassende Telefonie - Statistiken erstellt und ausgewertet werden.

3.9 Konvergenz

Das Thema Konvergenz ist einer der ersten und interessantesten Begriffe, mit denen Unternehmen durch Voice over IP in Kontakt kommen. Dabei wandelt sich der Begriff je nach Wissensstand der Beteiligten. Dieses Kapitel zeigt die Konvergenz auf und erklärt wie der Begriff im Laufe der Zeit seine Bedeutung

ändert. Zudem gibt es einen Ausblick, wie die Konvergenz zukünftig verstanden werden könnte.

Aus der geschichtlichen Entwicklung heraus ergaben sich zwei verschiedene Infrastrukturen für Computer und Telefonie. Die Voice over IP - Technologie zeigt aber auf, dass diese Trennung zukünftig nicht weiter Bestand haben wird und zunehmend unattraktiver wird. IT - Verantwortliche sehen deshalb anfänglich in der Konvergenz hauptsächlich den Wegfall der Telefon - Infrastruktur: keine Installationskosten, keine zusätzlichen Wartungs - und Instandhaltungskosten, kein separates Know - How oder teure, externe Dienstleistungen. Auf den ganzen Lebenszyklus einer Infrastruktur betrachtet, kann bei diesem Beispiel bereits bei den Installationskosten eingespart werden. Die Konvergenz verspricht den Unternehmen eine effektivere Nutzung vorhandener Betriebsmittel sowie langfristig eine Kosteneinsparung und einen schnelleren *Return on Investment* (ROI ⁴⁵). Diese reine Kostenbetrachtung der Konvergenz ist in den Köpfen von IT - Entscheidern jedoch nur der erste Denkanstoß hin zu Voice over IP.

Erst mit fortgeschrittenem Wissensstand sehen die Voice over IP - Verantwortlichen, welche Möglichkeiten sich zukünftig ergeben werden. Die Fragestellung zur Konvergenz wird sich also weg von der rein monetären Betrachtung hin zu einer Suche nach dem innovativsten Mehrwert verschieben.

Das Zusammenwachsen der Telefonie und der IT bildet dabei nur einen Bruchteil des Ganzen, was Experten als *Next Generation Network*, kurz NGN, bezeichnen. Diese Idee soll das herkömmliche Telefonnetz, ISDN, das Mobilfunknetz GSM, dessen Datenübertragung UMTS sowie das Internet auf Basis von IP miteinander zu einem Netz der Netze verknüpfen. Aus vielen kleinen Singleservice - Netzen, die nur einen Dienst auf einer eigenen Infrastruktur anbieten, soll ein globales Multiservice - Netzwerk entstehen (vgl. [Bad05] Kapitel 1.4.1 Seite 22). Die Konvergenz soll die Vorteile und Kräfte der einzelnen Netzwerke verbinden und verstärken, um so mit Synergie - Effekten die eigentlichen Multiplikatoren zu

⁴⁵Siehe Wikipedia http://de.wikipedia.org/wiki/Return_on_Investment

bilden. Das Internet fungiert dabei als Zubringer oder ist integrierter Bestandteil intelligenter Netzlösungen.

Die Quelle [Sti07] beschreibt mit der Konvergenz der Anwendungen ebenfalls eine interessante Alternative für die zukünftige Entwicklung der Konvergenz. Zweifelsohne zeigen diese Ansätze auf, welches zukünftige Potential in der Konvergenz stecken könnte und wie sie in ihrer absoluten Form aussehen könnte.

4 Small - Business

In diesem Kapitel wird das Segment der Kleinunternehmen beschrieben und an Hand der Definitionen der Europäischen Union klassifiziert. Diese Einteilung gibt einen, in Europa üblichen Rahmen zur Einordnung von kleinen und mittelständischen Unternehmen, an den sich eine Vielzahl von Institutionen halten. Der Abschluss dieses Kapitels bildet eine Aufarbeitung der Voice over IP - Tauglichkeit bestimmter Wirtschaftssektoren und legt Sektoren mit dem größten VoIP - Potential fest.

4.1 Definition

Ein *Small Business* ist ein Kleinbetrieb bzw. ein Kleinunternehmen (KU), dass dem Segment der kleinen und mittleren Unternehmen, kurz KMU, zugeordnet ist. Das englische Pendant zu KMU wird als *Small and medium - sized Companies* bezeichnet ⁴⁶.

Die Begrifflichkeiten und Quantifizierungen der KMU gingen in der Vergangenheit weit auseinander. Auf Grund unterschiedlicher wirtschaftlicher Voraussetzungen und Entwicklungen hatte jedes Land eigene Vorstellungen dieser Unternehmen. Als Folge dieser Umstände trat eine Kommission der Europäischen Union zusammen und versuchte als übergeordnete, internationale Instanz eine einheitliche Definition dieser Begriffe zu erarbeiten. In Zusammenarbeit mit Vertretern aller Mitgliedsstaaten, Repräsentanten von Unternehmensverbänden sowie ausgewählten Experten der europäischen Bank entstand so 1996 die erste europaweite Determination für Klein - und Mittelunternehmen.

Im Jahre 2003 wurde damit begonnen, eine neuerliche Begriffsbestimmung, unter Einbezug der bisherigen Erfahrungen mit der ersten Definition und den wirtschaftlichen Veränderungen, vorzunehmen. Als Ergebnis trat am 1. Januar 2005

⁴⁶Siehe Wörterbuch der TU Chemnitz <http://dict.tu-chemnitz.de/>

die neue und aktuellste KMU - Definition in Kraft, in der auch erstmals der Begriff der Kleinstunternehmen eingeführt wurde. Mit ihr wurden die Einordnungen für Umsatz und Bilanzsumme nach oben korrigiert, um der steigenden Inflation und Produktivität gerecht zu werden. Weiterhin wurden auch die Beziehungen zu anderen Unternehmen Teil dieser Bewertung. Diese werden an Hand der Anteile an anderen Unternehmen eingeordnet und wirken sich unmittelbar auf das kumulierte Gesamtergebnis aus⁴⁷. Somit gelten unter Umständen kleine Unternehmen, die Teil einer größeren Unternehmensstruktur sind und deshalb eine bessere wirtschaftliche Position besitzen, nicht als KMU und werden von Förderungsmaßnahmen ausgeschlossen.

Die Definition ist für die Mitgliedsstaaten keinesfalls verpflichtend. Vielmehr handelt es sich lediglich um eine Empfehlung der Europäischen Investitionsbank und des Europäischen Investitionsfonds. Die EU liegt den Mitgliedern vielmehr eine einheitliche Definition an die Hand, um Wettbewerbsverzerrungen abzubauen und die Hindernisse einer länderspezifischen Bestimmung zu beseitigen. Dennoch berufen sich eine Vielzahl von Institutionen auf diese Einordnung.

KMU stellen 99% aller Unternehmen in der Europäischen Union dar und bieten 65 Millionen Menschen einen Arbeitsplatz⁴⁸. Nicht umsonst wird der für die Unternehmenspolitik zuständige Kommissar der EU, Erkki Liikanen, mit folgenden Worten zitiert: „Kleine und mittlere Unternehmen sind das Rückgrat der europäischen Wirtschaft. Unternehmergeist und Innovation liegen in ihren Händen[...]"⁴⁹.

Aus diesem Segment werden die Kleinunternehmen im Folgenden speziell betrachtet. Für den Begriff Small Business werden die Bezeichnungen Kleinunternehmen und -betrieb als Synonym verwendet.

⁴⁷Vgl. Benutzerhandbuch der EU zur neuen KMU - Definition
http://ec.europa.eu/enterprise/enterprise_policy/sme_definition/sme_user_guide_de.pdf
Beispiele

⁴⁸Stand 6. Mai 2003; siehe
http://ec.europa.eu/enterprise/enterprise_policy/sme_definition/index_de.htm

⁴⁹Siehe Webseite der EU, Pressemitteilung:
<http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/03/652>

4.2 Quantifizierung des Small Business

In den bisher genannten Quellen der Europäischen Union befinden sich zwei Quantifizierungen in Form von Tabellen, die in der nachfolgenden Abbildung 8 vereint wurden. Darin sind auch die bisher geltenden Einordnungen von 1996 enthalten. Im Vergleich dazu ist die Gruppe der Kleinstunternehmen neu hinzugekommen. An der Zahl der Mitarbeiter hat sich im Vergleich zur neuen Spezifikation keine Änderung ergeben.

Unternehmenskategorie	Zahl der Mitarbeiter	Umsatz	oder	Bilanzsumme
mittelgroß Mittlere Unternehmen	< 250	≤ € 50 Millionen (1996: 40 Mio.)		≤ € 43 Millionen (1996: 27 Mio.)
klein Kleinunternehmen	< 50	≤ € 10 Millionen (1996: 7 Mio.)		≤ € 10 Millionen (1996: 5 Mio.)
mikro Kleinstunternehmen	< 10	≤ € 2 Millionen (vorher nicht definiert)		≤ € 2 Millionen (vorher nicht definiert)

Abbildung 8: Quantifizierung der KMU

Das typische Small Business beschäftigt maximal 50 Mitarbeiter. Eine Aussage zu Standorten eines Kleinbetriebs trifft die Definition der EU nicht. Es ist deshalb anzunehmen, dass ein Unternehmen dieser Größenordnung meist auf einen nationalen Standort beschränkt ist. Seltener trifft man auf Kleinunternehmen mit mehreren Standorten und internationaler Präsenz. Der Umsatz oder die Bilanzsumme liegen unter zehn Millionen Euro jährlich.

Wichtig ist in der Determination der EU auch die Eigenständigkeit eines Unternehmens. Diese ist erfüllt, wenn ein Unternehmen „nicht an anderen Unternehmen beteiligt [ist], und es gibt keine Beteiligung anderer Unternehmen“ an dem Unternehmen. Sollten Kapitals - oder Stimmrechtsanteile vorhanden sein, so ist dies nur innerhalb gewisser Grenzen erlaubt. So ist ein Kleinunternehmen noch eigenständig, wenn es „[...] weniger als 25% des Kapitals oder der Stimmrechte (unter Berücksichtigung des jeweils höheren Anteils) an einem oder mehreren anderen Unternehmen [hält], und/oder Außenstehende halten weniger als 25%

des Kapitals oder der Stimmrechte (unter Berücksichtigung des jeweils höheren Anteils) [...]“ an dem Unternehmen ⁵⁰.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass Kleinbetriebe eine eigenständige Einheit bilden und nur sehr wenig in Beteiligung mit anderen Unternehmen stehen. Die Einflusseffekte von außen sind deshalb sehr gering, die Entscheidungsgewalt liegt deshalb zu beinahe 100 % bei den Unternehmern.

Darüber hinaus gibt es weitere qualitative Eigenschaften die Kleinunternehmen kennzeichnen, wohl wissend dass diese sehr allgemein sind und nicht auf alle Betriebe zutreffen. Meist führen ein oder mehrere Eigentümer das Unternehmen alleine, häufig findet man auch das traditionelle Familienunternehmen vor. Diese Persönlichkeiten prägen den Betrieb und tragen den Hauptanteil zur Entwicklung des Unternehmens bei. Sie zeichnen sich in der Regel durch eine technisch - orientierte Ausbildung aus und entwickeln sich in ihrem Unternehmen zu All-roundern und Generalisten. Viel Wert wird auf kurze Informationswege und eine direkte Interaktion mit den Mitarbeitern gelegt. Durch flache Hierarchien, einen patriarchalischen Führungsstil und kurze Entscheidungswege erhält man sich ein Maximum an Flexibilität.

Die Beschäftigten spielen im Small Business eine große Rolle. Von ihrer Motivation und der Veränderungsbereitschaft profitiert der gesamte Betrieb. Durch kurze Kommunikationswege und wenig Bürokratie soll den Mitarbeitern ein möglichst effizientes und engagiertes Arbeiten ermöglicht werden. Voice over IP kann hier als *Enabler*, als Ermöglicher fungieren, der die Prozesse im Unternehmen optimiert. Überflüssiges Arbeiten, unmotivierte Mitarbeiter oder ein Ausfall eines Mitarbeiters können in kleinen Unternehmen weniger gut kompensiert werden als in Großunternehmen. Die Unternehmer wissen ihr Humankapital in der Regel zu schätzen und versuchen stets optimale Arbeitsbedingungen zu schaffen.

⁵⁰Quelle http://ec.europa.eu/enterprise/enterprise_policy/sme_definition/sme_user_guide_de.pdf
Kapitel 2.3.1 Seite 16

4.3 VoIP - Eignung

Kleinunternehmen bieten ein besonders interessantes Umfeld für Voice over IP, denn gerade bei ihnen ist die stetige Innovation von Produkten und Prozessen eine Voraussetzung, um nachhaltig erfolgreich zu sein. Sie sind dabei stets auf der Suche nach Verbesserungsmöglichkeiten und prüfen Chancen ganz genau auf ihre Verwertbarkeit, um aus den beschränkten Finanzmitteln ein Maximum an Rendite zu erzielen. Der Zwang zur Innovation entsteht durch den ständig wachsenden nationalen und internationalen Wettbewerbsdruck und entscheidet immer mehr über die Zukunft eines Unternehmens.

Zusätzlich wird Voice over IP im Small Business stets unternehmensweit eingeführt. In größeren Unternehmen sind standortweite oder lediglich abteilungsweite VoIP - Implementierungen die Regel. Wie das vorangegangene Kapitel aufgezeigt hat, sind Kleinbetriebe weitgehend selbstständige Unternehmen, die nur in geringem Maße in Kapitel - und Stimmrechtsanteilen zu anderen Unternehmen stehen. Folglich kann Voice over IP in Kleinunternehmen in einem ganzheitlichen Ansatz sowie als eigenständiges, beinahe abgekapseltes System analysiert werden.

Generell eignen sich Kleinbetriebe mit hohem Kommunikationsaufkommen besonders gut für den Einsatz von Voice over IP. Da der Stellenwert und der Umfang der Kommunikation mit steigendem Wirtschaftssektor, vom Primär - zum Quartärsektor ⁵¹, deutlich zunimmt, trifft dies vor allem für Unternehmen aus dem Tertiär - und dem Quartärsektor zu. Hier kann der größte Nutzwert aus einer VoIP - Struktur gezogen werden.

Diese Sektoren zeichnen sich insbesondere durch einen hohen Dienstleistungsanteil sowie eine hohe technologische Kompetenz aus. Die dadurch nötige Koordination und enge Zusammenarbeit erfordert ein hohes Maß an Kommunikation. Zudem findet man in diesen Betrieben vermehrt freie Mitarbeiter, Projektmitarbeiter, Road Warrior und Heimarbeitsplätze vor. Diese Szenarien stellen beson-

⁵¹Siehe Wikipedia <http://de.wikipedia.org/wiki/Wirtschaftssektor>

ders hohe Ansprüche an Voice over IP - Umgebungen und sind eine gesonderte Betrachtung wert.

Kleinbetriebe aus dem Primär - und dem Sekundärsektor eignen sich nicht minder für Voice over IP, jedoch ist der erzielte Mehrwert gegenüber einer herkömmlichen Telefonie kaum nennenswert. Der Anteil der kommunizierenden Mitarbeiter ist sehr gering weshalb die Vorteile von VoIP kaum ins Gewicht fallen. Die Erzeugung von Rohstoffen sowie deren Weiterverarbeitung ist in erster Linie materiallastig und erfordert in Relation kaum telefonische Kommunikation.

Abschließend kann festgehalten werden, dass Kleinunternehmen aus dem Tertiär - und dem Quartiärsektor ein hervorragendes Szenario für Voice over IP schaffen. In diesem Umfeld muss sich die Technologie erst einmal bewähren.

5 Konzept zum Voice over IP - Einsatz im Small Business

Die Voice over IP - Technologie soll in diesem Kapitel für ein fiktives Unternehmen aus dem Small Business konzipiert werden. An Hand eines Projekt - Konzeptes soll eine vollwertige Implementierung charakterisiert und ausgearbeitet werden. Zu diesem Zweck wird in einem ersten Schritt das fiktive Unternehmen kurz vorgestellt.

Die Fröhlich Sportsware GmbH

Die Firma Fröhlich Sportsware GmbH ist ein traditionelles, ortsansässiges Sportartikel - Geschäft mit überregionalem Einzugsgebiet. Das breit gefächerte Sortiment bietet Sportartikel aller Hersteller und aller Preiskategorien an. Vor allem die erfolgreiche Platzierung in Nischenmärkten und bei neuen Trendsportarten hebt das Unternehmen von anderen Sportgeschäften ab. Das Unternehmen erarbeitete sich über die Jahre hinweg einen tadellosen Ruf und ist in der Region das größte, unabhängige Sportfachgeschäft. Das Unternehmen wurde 1991 vom heutigen Geschäftsführer, Herrn Markus Fröhlich, gegründet und beschäftigt 25 Mitarbeiter. Durch eine Mischung aus Angeboten zu Trendsportarten und überregional beworbenen Schnäppchen wird ein großer Kundenstamm angesprochen.

Der computerbegeisterte Geschäftsführer setzte bereits früh auf den Verkauf über Online - Medien. So pflegt das Unternehmen, neben einer eigenen Homepage, seit 1998 auch einen gut funktionierenden Ebay - Shop, über den das komplette Sortiment vertrieben wird und der sich zu einer festen Größe im Unternehmen entwickelte. Als Mitglied des Ebay Powerseller - Programms⁵² wurde der Vertrieb schrittweise auf die Schweiz und Österreich ausgedehnt und umfasst nun den kompletten deutschsprachigen Raum (DACH). Einem intensiven Online -

⁵²Siehe Ebay - Homepage <http://pages.ebay.de/powerseller/>

Marketing gingen Personalverstärkungen für ein EBAY - Support - Callcenter einher.

Mit der zunehmenden Konkurrenz auf Online - Plattformen platzierte sich das Unternehmen im letzten Jahr neu. Differenzierungsmerkmal soll nun der gehobene Service sowie die langjährige Erfahrung mit Ebay sein. Kunden sollen das Unternehmen als zuverlässiges und serviceorientiertes Unternehmen kennen und mehr Wert auf Sicherheit und Service als auf billige Preise legen. Auf Grund des ständigen Wachstums der Firma wurde im November 2006, zum 15 jährigen Jubiläum, eine neue und größere Verkaufsfläche bezogen.

Im Zuge der neuen Service - Orientierung sowie als Abschluss des Umzugs soll nun auch eine neue Telefonanlage angeschafft werden. Die neue Bürofläche wurde mit Blick auf eine eventuelle Voice over IP - Umgebung ausgewählt, eine passende Verkabelung für die IT ist in dem relativ neuen Gebäude bereits vorhanden.

Bereits früh wurde erkannt, dass die nun im Unternehmen vorhandenen Strukturen nur durch eine Voice over IP - Anlage komfortabel abzubilden sind, zumal sich eine Reihe von Sonderfällen ergeben haben. Auf die unbefriedigenden Lösungsvorschläge herkömmlicher Telekommunikationsanbieter hin, entscheidet sich der Unternehmer bereits in einer sehr frühen Phase für Voice over IP: Die Projektidee war geboren.

Herr Fröhlich kümmert sich, auf Grund mangelnden Fachpersonals, persönlich um die Planung und Durchführung. Mit einer Online - Recherche beginnt er sich einen ersten Überblick über Voice over IP zu schaffen. Schnell entdeckt er einen VoIP - Dienstleister mit viel versprechender Homepage, die CONACTIVE GmbH & Co KG ⁵³. Nach dem Begutachten der Produkte entschließt er sich zu einem Telefonat mit der Firma. Auf den guten Eindruck dieses ersten Kontakts beschließt der Unternehmer eine Zusammenarbeit mit der CONACTIVE.

⁵³Homepage <http://www.conactive.de>

Die CONACTIVE GmbH & Co KG ist ein junges, in Deggendorf ansässiges Unternehmen mit fünf Mitarbeitern. Das Unternehmen existiert seit zehn Jahren und hat sich vor drei Jahren in ihren Kernkompetenzen neu positioniert. Die Hauptgeschäftsbereiche umfassen neben Voice over IP auch IT - Security und Business Solutions. Bereits seit mehreren Jahren beschäftigt sich die CONACTIVE mit Voice over IP und Asterisk - basierten Telefonanlagen und kann eine Reihe von Referenzen im ganzen Bundesgebiet vorweisen.

Projekt - Konzept

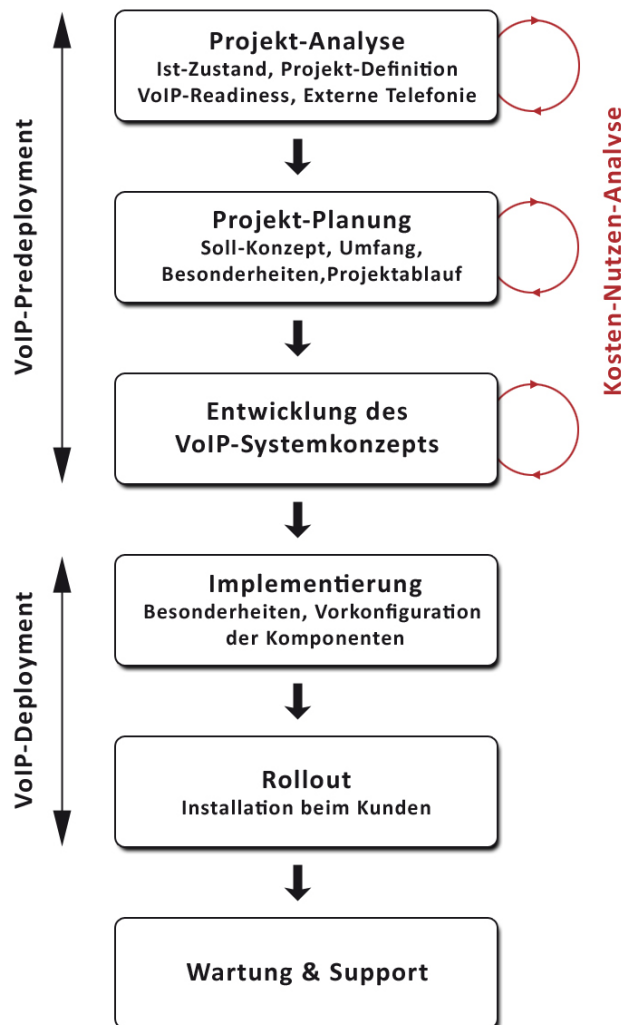


Abbildung 9: Projekt - Phasen und - Ablauf

Die Realisierung einer Voice over IP - Umgebung bei der Fröhlich Sportware GmbH wird im Rahmen eines Projektes abgewickelt. Die Abbildung 9 orientiert sich an [Bad05] Abbildung 10.5-1 auf Seite 348, enthält jedoch eine Reihe von anderen Begrifflichkeiten, die speziell für Voice over IP - Projekte besser geeignet sind. Sie wurden durch das Projektmanagement der CONACTIVE und durch die Praxiserfahrung geprägt.

Im Folgenden werden die Phasen des Projektes genauer erläutert sowie die VoIP - spezifischen Charakteristika des Projektes genauer spezifiziert.

5.1 Projekt - Analyse

Der erste Schritt in diesem Projekt ist die Analyse des Projektes selbst. Diese umfasst die Definition des Ist - Zustandes bezüglich der Telekommunikation der Fröhlich Sportware GmbH. Daraus lassen sich in einem späteren Projektschritt auch Rückschlüsse auf den Soll - Zustand und zukünftige Anforderungen an das neue System schließen. Weiterhin umfasst diese Phase eine Machbarkeitsstudie, sowohl in wirtschaftlicher als auch in technischer Hinsicht. Hauptausführender in der ersten Phase des VoIP - Predeployment ist Herr Fröhlich, dem die CONACTIVE beratend zur Seite steht.

5.1.1 Ist - Zustand

Ziel dieses Abschnittes ist es, sowohl den technischen als auch den organisatorischen Ist - Zustand zu erfassen.

Die bisher im Unternehmen vorhandene TK - Umgebung wurde von einem namhaften deutschen Hersteller installiert und gewartet. Sie befindet sich bereits seit elf Jahren im Einsatz. In diesem Zeitraum gab es nur wenige nennenswerte Ausfälle und Reparaturen. Der Funktionsumfang hat sich seit dem Einbau der

Anlage nicht geändert. Lediglich neue Nebenstellen für die Mitarbeiter wurden im Laufe der Zeit durch Servicemitarbeiter des Herstellers hinzugefügt.

Vom Leistungsumfang her handelt es sich um eine ganz normale Umgebung ohne besondere Features und Funktionen. Zur Verfügung stehen 4 ISDN - Leitungen, die die gewohnten Leistungsmerkmale wie Dreierkonferenz, Makeln und Halten bieten. Zudem unterstützt die Anlage Weiterleitungen und Rufumleitungen. Die Mitarbeiter sind mit dem System vertraut und haben es fest in ihre Kommunikationsabläufe integriert. Für die Betreuung der TK - Infrastruktur wird Dienstleistung vom Hersteller zugekauft. Demnach gibt es im gesamten organisatorischen Unternehmen keinen eigenen TK - Mitarbeiter oder - Ansprechpartner. Fernwartungszugänge oder analoge Einwahlen auf Windows - Server, die eine Extrabehandlung erfordern würden, existieren nicht.

Auf Grund des Personalwachstums wurden immer wieder neue Telefone angeschafft, so dass neben den neuen Telefonen auch noch sehr alte Modelle vorhanden sind. Die Endgeräte sind größtenteils noch intakt, weisen jedoch teilweise einen hohen Abnutzungsgrad vor. Das bisherige, provisorische Callcenter für den Ebay - Support arbeitet an ganzen normalen Telefonen ohne gesonderte Hilfsmittel.

Die komplette TK - Struktur ist in der Bilanz schon beschrieben. Laufende Kosten durch einen Wartungsvertrag fallen nicht mehr an. Seitdem bekannt wurde, dass ein neues Gebäude bezogen wird, wird die Anlage nur noch als Übergangslösung betrachtet und Geld für Reparaturen und Instandhaltung nur noch in den dringendsten Fällen aufgewendet.

5.1.2 Projekt - Definition

Die bisher im Unternehmen vorhandene TK - Infrastruktur soll komplett durch ein Voice over IP - System ohne Übergangszeit abgelöst werden. Dies umfasst neben der TK - Anlage auch sämtliche Endgeräte. Die zukünftige Umgebung soll

die gleiche Zuverlässigkeit, Sprachqualität und Benutzerfreundlichkeit wie das alte System bieten. Dadurch soll den Mitarbeitern der Umstieg erleichtert werden. Eine nahtlose Integration in die im Unternehmen vorhandenen Kommunikationsprozesse ist Grundvoraussetzung. Nachteile auf Grund der relativ neuen Technologie dürfen dem Unternehmen nicht entstehen. Es wird eine technisch ausgereifte und in der Praxis bewährte Lösung bevorzugt.

Die Anforderungen an die Funktionalität sind besonders hoch. Durch die aktuelle Mitarbeiter - Konstellation treten eine Reihe von Besonderheiten auf, die durch die neue Voice over IP - Umgebung abgebildet werden sollen. Auch die neue Service - Orientierung stellt hohe Ansprüche.

5.1.3 VoIP - Readiness - Analyse

Von einer wirtschaftliche Machbarkeitsstudie wird auf Grund des akuten Bedarfs an einer Telekommunikationslösung abgesehen. Dem Unternehmer liegen Angebote von proprietären Lösungen vor, an denen Voice over IP wirtschaftlich gemessen wird. Zudem nimmt er Kontakt zu weiteren VoIP - Implementierern auf, um vergleichbare Preise einzuholen und für sich die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen festzulegen. Eine Kosten - Analyse, die unter Anderem das Angebot der CONACTIVE beinhaltet, befindet sich in Kapitel [6.2 „Kosten - Analyse“](#) Seite [81](#).

Eine technische Machbarkeitsstudie wird mittels einer VoIP - Readiness - Analyse realisiert. Für Umgebungen mit gehobenen Ansprüchen ist es enorm wichtig, die vorhandene Infrastruktur auf die Voice over IP - Tauglichkeit hin zu überprüfen. Vielfach trifft man in Unternehmen auf gewachsene IT - Umgebungen, die häufig mit neuen Komponenten immer wieder erweitert wurden. Dadurch entstehen heterogene Netzwerke aus verschiedenen Herstellern, Konfigurationen und Applikationen, deren Qualität nur schwer einschätzbar ist. Nur durch eine umfassende Analyse im Vorfeld einer Implementierung kann der Quality of Service gemessen und der zu erwartende subjektive MOS - Wert geschätzt wer-

den. Daraus lassen sich, bei negativen Ergebnissen, Maßnahmen für das Soll - Konzept herleiten.

Eine subjektive Sprachqualitätsbewertung ist nur dann sinnvoll, wenn sie in der Zielumgebung durchgeführt wird. Zu diesem Zweck sollte vor einer möglichen Implementierung von Voice over IP eine Testumgebung vor Ort aufgebaut werden. Möglichst viele Mitarbeiter sollten so die Möglichkeit haben, über die Testanlage zu telefonieren. Die Pilotierung samt Protokollierung sollte über mehrere Tage bestanden haben, so dass zu unterschiedliche Geschäftszeiten telefoniert werden kann. Dadurch kann die Sprachqualität auch während der Stoßzeiten und der intensivsten Netzwerknutzung (Datensicherung etc.) bewertet werden. Den Abschluss dieser Pilotierung bildet eine Gesprächsrunde mit dem Implementierer, den Entscheidungsträgern und ausgewählten Mitarbeitern. Durch die frühe Involvierung der Mitarbeiter steigt auch die Bereitschaft die neue Umgebung schneller zu akzeptieren. Sie verliert damit den Charakter einer, von den Chefs, aufgezwungenen Technologie.

Da diese Vorgehensweise sehr zeit - und kostenintensiv ist, wird sie nur in den wenigsten Fällen konsequent angewandt. Eine Pilotierung mit entsprechendem Aufwand wird in der Regel nur ab dem Mittelstand aufwärts praktiziert.

Deshalb bedient man sich objektiver Messungen des Netzwerks, um auf diese Weise Rückschlüsse auf die zu erwartende Sprachqualität machen zu können. Mit Hilfe spezieller Programme ⁵⁴ wird das Netzwerk durchgemessen. Zu diesem Zweck werden im Netzwerk an beliebigen Endpunkten so genannte *Probes* platziert, die untereinander echte VoIP - Verbindungen unter vorher definierten Bedingungen aufbauen. So kann beispielsweise der Codec sowie die Anzahl der gleichzeitigen Verbindungen vorher konfiguriert werden. Diese Referenzgespräche können so unter Live - Bedingungen simuliert werden und erfolgen idealerweise über mehrere Tage, damit auch die Auslastungsspitzen des Netzwerkes erfasst werden. Die Software arbeitet weitgehend autonom. Einmal eingerichtet und konfiguriert müssen die Probes nur gelegentlich an ein anderes Netzwerk-

⁵⁴Z.B. IxVoice von IXIA; siehe <http://www.ixiacom.com/products/ixvoice/>

segment angesteckt werden, um so nach und nach das komplette Netzwerk zu erfassen.

Die Abbildung 18 in Kapitel 8.2 „Screenshots“ Seite 102 zeigt beispielhaft die Auswertung einer Messung bei der Fröhlich Sportware GmbH. Aus einer Vielzahl von Parametern wird auf einen subjektiven MOS - Wert hochgerechnet. Hervorgehoben ist der durchschnittliche, der minimale sowie der maximale gemessene MOS - Wert. Demnach kann im Durchschnitt ein sehr guter MOS - Wert von 4,37 erwartet werden. Aus der Legende kann entnommen werden, dass durchwegs mit dem Codec G.711, einem Codec mit hohem Bandbreiten - Bedarf, gemessen wurde.

Als Abschluss dieser Projektphase müssen von den Ergebnissen der VoIP - Readiness - Analyse neue Anforderungen für den Soll - Zustand abgeleitet werden. Im Worst - Case müssen hier, bei sehr schlechten MOS - Werten, ganze Netzwerksegmente neu konzipiert und aufgebaut werden. Zudem sollten Engstellen im Netzwerk aufgespürt und beseitigt werden. Bei einem sehr guten MOS - Wert von 4,37 ergeben sich keine neuen Maßnahmen. Die Verkabelung im neuen Gebäude sowie die IT - Infrastruktur kann als VoIP - tauglich betrachtet werden und einer technischen Machbarkeit steht somit nichts im Wege.

5.1.4 Externe Telefonie

Eine wichtige Entscheidung des Herrn Fröhlich steht noch an. In Gesprächen mit der CONACTIVE muss geklärt werden, ob die externe Telefone per Internettelefonie oder über die vorhandenen ISDN - Kanäle realisiert wird. Zudem muss abgeschätzt werden wie viele Mitarbeiter gleichzeitig telefonieren, damit die Anbindung entsprechend dimensioniert werden kann. Diese Angaben müssen vorher analysiert werden, damit sie ordnungsgemäß in die Planung mit einfließen können.

Die Internettelefonie, bei der alle Gespräche über das Internet an den Zielort geleitet werden, baut zusätzliche und schwer kontrollierbare Abhängigkeiten auf. Da die Telefonate sowie der ganz normale Internetverkehr über dieselbe Anbindung transportiert werden, kann ein Download oder eine große E - Mail die Telefonie erheblich beeinträchtigen. Auch das Surfverhalten der Mitarbeiter kann, etwa bei beliebten Videoportalen, die Bandbreite verringern. Als Folgeerscheinungen können Probleme mit der Sprachqualität sowie vereinzelte Verbindungsabbrüche auftreten. Auch im Umkehrschluss kann Voice over IP zeitkritische Applikationen wie etwa ERP - Systeme im internen Netzwerk stören.

Als Lösungsansatz muss jeglicher Verkehr über die Internetanbindung priorisiert werden, wobei Voice over IP die höchste Priorität erhalten muss. Entsprechende Maßnahmen zur Sicherung des Quality of Service können sehr umfangreich und kostenintensiv sein, da hierfür auch die IT - Infrastruktur genauestens analysiert werden muss. Anbieter, die eine Traffic - Priorisierung wie etwa MLPS ⁵⁵ anbieten, sind sehr kostspielig, nicht standardisiert und bedienen bisher nur einen Nischenmarkt.

Fallende Verbindungsentgelte sowie ISDN - Telefonie - Flatrates schwächen die Preisersparnis durch die Internettelefonie ab, so dass diese in der unternehmerischen Praxis sehr an Bedeutung verloren hat. Weiterhin sind auch die Kosten der Internetanbindung zu sehen. Die aus dem Privatmarkt bekannten, asynchronen DSL - Leitungen sind nicht brauchbar, da der Upstream wesentlich niedriger als der Downstream ist. Für Voice over IP ist eine entsprechend dimensionierte Business - Standleitung, also eine synchrone DSL - Anbindung ohne Zwangstrennung und mit fester IP - Adresse notwendig.

Die Internettelefonie ist in diesem fiktiven Umfeld demnach nur bedingt empfehlenswert. Mit dem Argument, dass nur mit einer ISDN - Anbindung eine ausgezeichnete Sprachqualität gewährleistet und der neuen Service - Orientierung entsprochen werden kann, entscheidet sich der Geschäftsführer für ISDN. Der Aufwand wird dadurch sehr gering gehalten, zumal die benötigten ISDN -

⁵⁵Siehe Quelle [ST] Kapitel 5.4.5 ab Seite 457

Kanäle schon durch die noch bestehende Anlage gegeben sind. Voice over IP wird demnach nur zur internen Kommunikation verwendet, nach extern wird ein Gespräch ab dem VoIP - Server in ISDN umgewandelt. Ausschlaggebend ist auch die Tatsache, dass die Internettelefonie zu jeder Zeit nachgerüstet werden kann. Auch ein Dual - Betrieb mit ISDN und Internettelefonie (Vorwahl 0 oder 9) ist ohne weiteres möglich, so dass im Zukunft auch ein schrittweiser Übergang denkbar ist. Das die Anbindung über ISDN die bevorzugte Anbindung von Unternehmen ist, zeigt folgende Tatsache: Über 90 % der durch die CONACTIVE vorgenommenen Implementierungen nutzen ISDN für die externe Telefonie.

Die vier vorhandenen ISDN - Leitungen reichen aus um acht gleichzeitige Gespräche zu führen, wonach 33 % der Belegschaft ständig telefonieren könnte. In der Praxis wird damit gerechnet, dass 10 % der Mitarbeiter ständig telefonieren. Hinzu kommen die zwei Agents deren Auslastung mit 100 % angegeben werden muss. Aufgerundet und aufaddiert kann im Schnitt mit fünf gleichzeitigen Gesprächen gerechnet werden. Die acht vorhandenen Kanäle sind somit, auch zu Stoßzeiten, ausreichend dimensioniert.

5.2 Projekt - Planung

Nach der Analyse des Projektes beginnt eine Definitionsphase in der die Anforderungen und die Ziele der neuen Umgebung festgelegt werden. Das resultierende Soll - Konzept kann als eine Form des Pflichtenheftes angesehen werden und dient der CONACTIVE als Grundlage für ihre Implementierung. Zudem wird der Ablauf des Projektes in diesem Abschnitt genau definiert. Die Planung des Projektes wird in einer Zusammenarbeit der CONACTIVE mit dem Unternehmer erstellt. Die wichtigsten Rahmenbedingungen für das Projekt sind bereits geklärt.

5.2.1 Soll - Konzept & Zieldefinition

Die Anforderungen an die neue Voice over IP - Infrastruktur werden aus Sicht der Fröhlich Sportware GmbH formuliert. Sie enthalten die Anforderungen der Anwender, diese „sind meist bereits durch die im Unternehmen etablierten Ablaufprozesse und die Organisation des Unternehmens festgelegt“, siehe [Nöl05] Kapitel 14.2.1 Seite 195. Demnach lassen sich die wichtigsten Leistungsansprüche aus dem Kommunikationsverhalten der Mitarbeiter selbst erschließen. Aus diesem Grund sind die Ansprüche stets sehr individuell und an das Unternehmen angepasst. Zusätzliche Ziele ergeben sich aus dem vorhandenen TK - System, den Zukunftsbetrachtungen des Unternehmens sowie dem wirtschaftlichen Spielraum des Unternehmens. Aus diesen Überlegungen werden Forderungen an die Infrastruktur, die TK - Anlage, die Funktionalität, die zukünftigen Anforderungen und die ausführende Firma abgeleitet.

Üblicherweise wird diese Zieldefinition bereits im Vorfeld einer Ausschreibung eigenständig festgelegt und interessierten Unternehmen in einer kompletten Ausschreibung überreicht. Diese Dokumente enthalten in der Regel sehr detaillierte Angaben sowie Gebäude - und Netzwerkpläne. Für ein Unternehmen im Small Business, das keine Kernkompetenzen im IT - nahen Bereich hat, ist die übliche Herangehensweise mit Ausschreibung und niedergeschriebenem, detaillierten Pflichtenheft nicht praktikabel. Auch die Konsultierung eines Beraters scheitert an monetären Gegebenheiten.

Einen Großteil der Ziele für das Pflichtenheft werden deshalb in Beratungen mit der CONACTIVE GmbH & Co KG zusammen nur mündlich erarbeitet. Den Vorstellungen des Unternehmers werden die Ideen, die Erfahrungen der CONACTIVE und die Möglichkeiten von Voice over IP hinzugefügt. Je fortgeschrittener der Wissensstand des Unternehmers bezüglich VoIP ist, desto einfacher und schneller verlaufen diese Gespräche und desto präziser können die Vorgaben formuliert werden. Zudem läuft der Unternehmer hier nicht in Gefahr, unnötige und überflüssige Optionen einzukaufen. Generell neigt man bei neuen

Technologien dazu, alle Features haben zu wollen, weshalb diese *Feature - itis* im Sinne einer nicht ausartenden Implementierung auch von Seiten der CONACTIVE beschränkt werden muss. Aufgabe der CONACTIVE ist es dabei, die einfach formulierten Vorgaben in technische Anforderungen umzuwandeln. Die Kommunikation zwischen Laie und Fachmann darf keine Verständnisverluste zu Lasten der Fröhlich Sportsware GmbH erzeugen.

Den Abschluss der Gespräche bilden die fertigen Anforderungen, die mündlich vereinbart wurden. Diese werden im Folgenden in sortierten Listen kurz vorgestellt.

Ablösung der bisherigen Telefon - Infrastruktur

- Ablösung der alten Telefonanlage durch eine VoIP - TK - Anlage
- Ablösung aller vorhandenen Telefone durch IP - Telefone
- Harte Migration der bisherigen Umgebung
- Kaum Beeinträchtigung der Telefonie während der Implementierung
- Übernahme des bisherigen Rufnummernplans

Die bestehende Telefonie - Infrastruktur sollte komplett von der Voice over IP - Umgebung ohne sanfte Übergangszeit (sanfte Migration) abgelöst werden. Die bisherigen Modellunterschiede aus neuen und ganz alten Telefonen, die sich aus dem stetigen Personalzuwachs ergaben, sollen durch neue Telefone abgelöst werden. Die dabei auftretenden Störungen durch Ausfälle oder Umschaltzeiten bei der Implementierung sind so gering wie möglich zu halten oder außerhalb der Geschäftszeit durchzuführen. Im Sinne einer benutzerfreundlichen Implementierung soll der komplette Rufnummernplan exakt auf die neue Anlage übernommen werden, so dass den Anwendern der Umstieg erleichtert wird.

Anforderung an das neue System

- Hohe Skalierbarkeit, Zuverlässigkeit und Ausfallsicherheit
- Benutzerfreundliche Komponenten
- In der Praxis bewährte Lösung, keine Experimente oder Beta - Stadien
- Integrierte, nicht adaptierte Architektur
- Hohe Sprachqualität
- Betrieb über die vorhandenen ISDN - Kanäle
- Einfach zu bedienende, grafische Verwaltungsoberfläche
- Anbindung des vorhandenen, analogen Faxgeräts

Trotz der relativ neuen Technik soll die neue Umgebung ein technisch ausgereiftes System bieten, da die Ansprüche an Stabilität und Zuverlässigkeit sehr hoch sind. Entsprechende Praxistauglichkeit und Referenzen sind unerlässlich. Zudem muss es eine Sprachqualität bieten, die im Vergleich zum bisher verwendeten ISDN kaum hörbare Einbußen garantiert. Das System muss über die vier vorhandenen ISDN - Kanäle betrieben werden und das analoge Fax anbinden können. Zur Verwaltung der Umgebung soll eine grafische Oberfläche vorhanden sein.

Zukünftige Anforderungen

- Einfache Integration eines zukünftigen Standortes möglich
- Anbindung von DECT - Mobiltelefonen zukünftig möglich
- Firmware - und Software - Updates
- Mit einfachen Mitteln Statistiken über die Telefonie aufstellen

Im Hinblick auf das bisherige Wachstum und die momentane Unternehmensgröße ist die zukünftige Skalierbarkeit wichtig. Die Szenarien gehen hier von der Anbindung eines weiteren Standorts bis hin zum Einkauf von mobilen DECT - Telefonen für die Mitarbeiter. Durch entsprechende Updates der TK - Anlage sollen auch zukünftige Features von Voice over IP einspielbar sein. Eine Aus-

wertung der Telefonie soll optional, etwa zur Abrechnung privater Gespräche oder zur Kennzahlen - Erzeugung des Callcenters, möglich sein.

Geforderte Funktionalität

- Unterstützung aller ISDN - Leistungsmerkmale (Makeln, Anklopfen, Halten usw.)
- Interne Telefonie kostenlos
- Externe Telefonie per ISDN
- Konfiguration von Um - und Weiterleitungen durch die Mitarbeiter selbst
- Zentrales Telefonbuch, optionale private Telefonbücher der Mitarbeiter, Pflege durch die Mitarbeiter selbst
- Vermittlungsarbeitsplatz für die Durchwahl 0 samt Sammelabwurf
- Mailboxen für jede Durchwahl
- Möglichkeit zu Telefonkonferenzen mit drei oder mehr Personen, auch externen Teilnehmern
- CTI - Anwendung für einen Teil der Belegschaft
- Übernahme von Anrufen auf eine andere Durchwahl, Gruppenfunktion
- Eigene Wartemusik soll einspielbar sein
- Möglichkeit einer einfachen, zeitgesteuerten Anrufverteilung
- Interaktive Sprachmenüs für das Callcenter
- Nahtlose Integration der vorhandenen Mobiltelefone
- Einfache und kostengünstige Anbindung eines Heimarbeitsplatzes
- Heimarbeitsplatz soll über die Firma telefonieren können und per Durchwahl erreichbar sein
- Betrieb eines kleinen Inbound - Callcenters mit zwei Agents

Neben den geforderten ISDN - Merkmalen werden noch eine Reihe weiterer Funktionen vorausgesetzt. Die interne Telefonie soll, wie schon bei der herkömmlichen Anlage, weiterhin kostenlos sein. Nach Extern soll mittels ISDN

mit hoher Sprachqualität telefoniert werden. Ein Mitarbeiter in der Verwaltung erhält den Vermittlungsarbeitsplatz, der durch die Nebenstelle 0 erreichbar ist. Der Sammelabwurf bewirkt, dass Anrufe, die eine nicht existierende Durchwahl wählen, automatisch in der Vermittlung landen. Zur Übernahmen von Anrufen auf ein Telefon eines Kollegen oder einer Kollegin, dem so genannten Call Pickup, soll eine Tastenkombination vorhanden sein. Zusätzlich sollen Gruppen definiert werden können, etwa je Büroraum, für die die Übernahme nochmalig vereinfacht wird. Besonderheiten für die Funktionalität bilden hierbei die GSM - Integration, der Heimarbeitsplatz sowie die Sprachmenüs und das Callcenter. Diese werden im Anschluss an die Anforderungen nochmal gesondert betrachtet und erklärt.

Telefone & Endgeräte

- Tischtelefone in mehreren Ausführungen, von einfach bis exklusiv
- Benutzerfreundlich, keine Verkomplizierung durch neue Features
- Programmierbare Funktionstasten, Kurzwahl, Display zur Rufnummernanzeige
- Transfer von Anrufen (ohne Rücksprache (Blind Transfer) und mit Rücksprache (Attended Transfer))
- Anzeige und Übermittlung der Telefonnummer des Anrufenden
- Vermittlungsarbeitsplatz soll über 40 Funktionstasten verfügen
- Telefonstatus (spricht gerade, ist frei) soll vom Vermittlungsarbeitsplatz für alle Telefone ersichtlich sein
- Anschluss eines Headsets

Die verwendeten Endgeräte sollen in mehreren Varianten verfügbar sein. Vom einfachen Telefon für das Lager bis hin zu komfortablen Telefon für den Geschäftsführer sollte für jeden Anwendungsbereich ein passendes Gerät wählbar sein. Dennoch sollten alle frei programmierbare Funktionstasten, eine einfache Bedienung und ein Display zur Anzeige der eingehenden Rufnummer vorweisen. Für den Vermittlungsarbeitsplatz soll eine Erweiterung für mehr Funktionstasten

anschließbar sein. Zudem soll der Telefonstatus jedes im Unternehmen befindlichen Telefons am Vermittlungstelefon ablesbar sein. Dies ist eine Grundvoraussetzung um Anrufer zuverlässig an die entsprechende Person weiterleiten zu können. Für die Mitarbeiter im Callcenter ist die Möglichkeit, über ein Headset zu telefonieren, zwingende Voraussetzung. Von der Verwendung von Softphones an Stelle der Telefone sieht der Unternehmer ab.

Anforderung an die CONACTIVE

- Konfiguration der Infrastruktur
- Updates der Telefonanlage
- Einweisung und Schulung des Personals
- Einweisung einer Person in administrative Aufgaben der TK - Anlage
- Hilfestellung mittels Fernwartung
- Erfahrung im Umgang mit der Voice over IP - Infrastruktur
- Schneller und präziser Support bei Problemen und Ausfällen
- Kontakte zum Hersteller um den Support bis dorthin durcheschkalieren zu können

Auch an die CONACTIVE werden Forderungen gestellt. Die komplette Konfiguration, vom VoIP - Server bis zu den Telefonen, soll durch die CONACTIVE erledigt werden. Dazu erhalten sie die notwendigen Vorgaben wie etwa den Rufnummernplan vom Unternehmen. Die Zusammenarbeit erfordert eine eigene Regelung in der der Umfang von Wartung, Instandhaltung und Erhalt der Updatetfähigkeit des Systems geregelt sind. Weiterhin sollten alle Mitarbeiter durch eine Schulung in die Bedienung der neue Telefone eingewiesen werden. Eine Person soll in die Grundzüge der Administrierung eingewiesen werden, damit er einfache Aufgaben erledigen kann und zugleich dem Implementierer sowie seinen Kolleginnen und Kollegen als erster Ansprechpartner dient. Damit soll die neue TK - Umgebung auch erstmals organisatorisch im Unternehmen verwurzelt werden. Ihm soll die CONACTIVE helfend zur Seite stehen. Diese Hilfe soll

per Fernwartung zeitnah realisierbar sein und so die Ausfallzeit so gering wie möglich gehalten werden. Durch die Fernwartung soll der Zugriff auf die Verwaltungsoberfläche für die CONACTIVE und den Hersteller - Support möglich sein. Eine entsprechende Möglichkeit soll eingerichtet und genutzt werden.

5.2.2 Umfang

Der Umfang der Implementierung ergibt sich bei einem Blick auf die Mitarbeiterliste des Unternehmens. Diese Aufstellung sowie die Zuteilung der Endgeräte wird durch den Unternehmer vorgegeben.

Anzahl			Bereich
Mitarbeiter	Telefone	Handys	
3	3 Premium	2	Einkauf und Beschaffungslogistik
7	7 Basic	0	Verkäufer im Shop
2	1 Basic	0	Auszubildende im Shop
1	1 Premium	0	Buchhalterin (nur Vormittags)
3	3 Premium	0	Online-Präsenz(Ebay-Auktionsabwicklung, Internet-Shop, Ebay-Verwaltung)
1	1 Premium	0	Marketing (Medien,Corporate Identity, Homepage)
2	2 Basic	0	Verpackung, Versand, Lager
3	2 Premium 1 Exklusiv	0	Verwaltung (u.a. Controlling, 1 Mitarbeiterin in Erziehungsurlaub, Vermittlungstelefon)
1	0	0	Auszubildende in der Verwaltung
2	2 Premium	0	Kunden-Callcenter für den Bereich DACH
1	1 Premium	1	Geschäftsführer Herr Markus Fröhlich
25	24 : 10 Basic 13 Premium 1 Exklusiv	3	Gesamt

Abbildung 10: Mitarbeiter - und Telefon - Verteilung

Demnach soll es für die 25 Mitarbeiter insgesamt 24 Endgeräte geben. Zudem sollen drei verschiedene Ausstattungsvarianten mit Basic, Premium und Exklusiv verfügbar sein. Alle haben die oben formulierten Anforderungen an die Telefone zu erfüllen.

Die neun Verkäuferinnen und Verkäufer sind in Abteilungen auf die gesamte Verkaufsfläche von 970 Quadratmeter verteilt. Ebenso wie für das Personal in Verpackung und Lager werden hier Telefone mit Basis - Ausstattung platziert. Für die Personen in den Büroräumen sollen durchwegs Telefone mit Premium - Ausstattung angeschafft werden. Einzig das Telefon für die Mitarbeiterin im Erziehungsurlaub soll Standort - fremd aufgestellt werden.

Der Rufnummernplan der Fröhlich Sportsware GmbH ist ganz einfach gestrickt. Die Rufnummern beginnen ab der Nummer 40 aufsteigend. Das Callcenter bekommt Nummern ab 90. Somit bleiben 50 Nebenstellen für die Mitarbeiter und zehn für das Callcenter. Die Durchwahl 0 wird für das Vermittlungstelefon verwendet und dient gleichzeitig als Sammelabwurf. Diese Vorgabe dürfte auch zukünftig ausreichend Spielraum geben. Zudem kann der Rufnummernplan bei Bedarf auch auf dreistellige Durchwahlen migriert werden.

5.2.3 Besonderheiten

Für die Voice over IP - Umgebung ergeben sich eine Reihe von Spezialfällen, welche im Folgenden noch einmal gesondert dargestellt werden. Die Lösung dieser Besonderheiten sollte durch Voice over IP problemlos lösbar sein. Von einer Lösung durch Basteln von Workarounds oder durch Produkte weiterer Hersteller soll im Sinne einer einfachen und homogenen Umgebung abgesehen werden.

Herr Fröhlich sowie zwei weitere Mitarbeiter aus dem Einkauf sind häufig mit ihren Handys unterwegs. Trotz eines Vertrags mit kostenlosen Gesprächen in die Firma lässt die Integration stark zu wünschen übrig. Die Handynummern sind nur wenigen Personen bekannt. Für Geschäftspartner und Mitarbeiter entsteht häufig ein doppelter Aufwand beim Wählen: zum einen die Festnetznummer, an der niemand abhebt und anschließend die Handynummer. Auch im Hinblick auf zukünftige Anschaffungen von Mobiltelefonen soll die Integration dieser in der neuen Telefonanlage verbessert werden.

Eine wichtige Mitarbeiterin in der Verwaltung, Frau Meier, ist in Erziehungsurlaub. Durch ihren hohen Involvierungsgrad und die Art ihres Aufgabengebietes kann sie nicht kurz - oder mittelfristig ersetzt werden. Aus diesem Grund wurde mit dieser Mitarbeiterin eine halbtägige Heimarbeit vertraglich vereinbart. Um entsprechende Rahmenbedingungen zu schaffen, soll sie ein Telefon erhalten, dass mit der Firma verbunden ist. Dadurch sollte sie unter ihrer üblichen Durchwahl für Fragen erreichbar sein, sowie über die Firma, ohne private Kosten, nach extern telefonieren können. Diese Voraussetzungen müssen durch die TK - Anlage geschaffen werden.

Eine Bekannte des Geschäftsführers, Frau Schneider, ist in der Buchhaltung tätig. Wegen des vielen Personals in der Verwaltung ist diese Stelle nur halbtägig besetzt. Mit der neuen Service - orientierten Ausrichtung der Online - Medien beinhaltet diese Stelle auch eine spezielle und weniger frequentierte Hotline für Rechnungsstellung und Überweisung. Die Buchhalterin soll demnach nur Vormittags erreichbar sein, den Rest des Tages sollen die Anrufer mit einem interaktiven Sprachmenü auf die Arbeitszeit hingewiesen werden. Diese Zeitsteuerung sowie das Sprachmenü soll durch die neue Telefonanlage verwaltet werden.

Für den Ebay - Kunden - Support bilden zwei Mitarbeiter, auch Agents genannt, ein kleines Callcenter. Diese nehmen größtenteils Anrufe entgegen (Inbound - Callcenter ⁵⁶), tätigen aber auch Rückrufe zu den Kunden. Auch darin soll ein kleines, interaktives Sprachmenü enthalten sein, welches dafür sorgt, dass die Anrufer nach Art des Anliegens aufgeteilt und dem passenden Agent zuweist. Im Vergleich zum provisorischen Callcenter sollen Headsets und eine CTI den Ablauf komfortabler gestalten. Die CTI soll zudem optional zur Berechnung von Kennzahlen und Bewertungskriterien genutzt werden, da sie, über die so genannten *Call Detail Records* (CDR ⁵⁷), ein Logbuch über alle Telefonate führt. Dadurch erhofft man sich, die Effektivität des des Kundensupports zu verbessern.

⁵⁶Siehe Wikipedia http://de.wikipedia.org/wiki/Callcenter#Arten_und_Struktur

⁵⁷Siehe Wikipedia http://de.wikipedia.org/wiki/Call_Detail_Record

Eine entsprechende Möglichkeit soll durch die neue Voice over IP - Umgebung realisierbar sein ⁵⁸.

5.2.4 Projektablauf

Gesprächsgegenstand der Beratungen muss es auch sein, die Vorgehensweise des Implementierers festzulegen sowie eine zeitliche Abschätzung zu treffen. Über den Projektablauf müssen sich beide Parteien so früh wie möglich im Klaren sein.

Die CONACTIVE rechnet mit etwa zwei Wochen Vorlaufzeit um alle Komponenten von den unterschiedlichen Lieferanten zu beziehen, sowie mit einer weiteren Woche in der das System vorkonfiguriert wird.

Bei entsprechenden örtlichen Gegebenheiten wird die Implementierung innerhalb von zwei Tagen von zwei Mitarbeitern durchgeführt. Jeweils ein halber Tag wird für das Aufstellen der Telefone sowie den Einbau der Anlage veranschlagt. In den Abendstunden des ersten Tages soll dann die alte Telefonanlage abgeklemmt und die neue Anlage in Betrieb genommen werden. So entstehen keinerlei Beeinträchtigungen der Telefonie während der Arbeitszeit. Anschließend, einfache Tests des neuen Systems sollen gewährleisten, dass die Mitarbeiter am nächsten Tag einwandfrei telefonieren können.

Zu Beginn des zweiten Tages wird der Einbau der TK - Anlage abgeschlossen. Zudem sollen die Mitarbeiter die Gelegenheit haben ihre neuen Telefone kennenzulernen und zu benutzen, bevor sie durch die CONACTIVE geschult werden. Die verwendeten IP - Telefone unterscheiden sich in der Bedienung kaum von den herkömmlichen Telefonen. Darüber hinaus ist ein Telefon ein Gerät, dessen intuitiver und unvoreingenommener Umgang schnell zu Erfolgen führt. Somit

⁵⁸Hauptkennzahl sind die so genannten *Busy Hour Call Attempts*, kurz BHCA, die in der Einheit Erlang gemessen werden. Die Erfassung und Errechnung macht nur in großen Callcentern Sinn und dient vor allem zur Dimensionierung der Infrastruktur. Siehe [Nöl05] Kapitel 14.2.1 Seite 196 unten und http://en.wikipedia.org/wiki/Busy_Hour_Call_Attempts

ist bis zur Schulung mit nur wenigen Störungen zu rechnen und der normale Geschäftsbetrieb kann beinahe uneingeschränkt fortgeführt werden.

Am Nachmittag des zweiten Tages werden die Mitarbeiter in zwei Gruppen, je zur Hälfte aus Büro und Verkaufsfläche, geschult. Die administrative Schulung des einen Mitarbeiters ist ein separates Vier - Augen - Gespräch, dass etwa eine halbe Stunde in Anspruch nimmt.

Nach der Implementierung wird eine Abnahmefrist von zwei Wochen vereinbart. Treten in diesen zwei Wochen keine Mängel auf, gilt der Abnahmetest als bestanden und der Unternehmer weist die Zahlungen gemäß den vereinbarten Zahlungsmodalitäten an. Oft ergeben sich auch Änderungswünsche aus dem laufenden Betrieb heraus. Diese Anpassungen, die nicht Teil der Anforderungen waren, sollen die Abnahme nicht behindern.

Mit der Festlegung des Projektablaufes sind die Projekt - Analyse und die Projekt - Planung abgeschlossen. Es kann sich nun daran gemacht werden, entsprechende Komponenten zur Implementierung auszusuchen.

5.3 VoIP - Systemkonzept

In einem Systemkonzept werden die Mittel zum Erreichen des Soll - Zustandes genauer spezifiziert. Insbesondere geht es um die Produktauswahl, mit denen die Implementierung realisiert werden soll.

Für die Realisierung des Projekts bei der Fröhlich Sportware GmbH setzt die CONACTIVE auf die Astimax[®] VoIP - Telefonanlagen ⁵⁹ der *Addix Internet Services GmbH* ⁶⁰. Für diese Größenordnung wird eine *Astimax[®]AS - 1 E* ausgewählt, die für bis zu 40 Teilnehmer empfohlen wird. Somit ist auch die zukünftige Erweiterbarkeit gewährleistet.

⁵⁹Produkthomepage: <http://www.astimax.de/>

⁶⁰Herstellerhomepage: <http://www.addix.net/>

Die Addix Internet Services GmbH ist ein Unternehmen aus Kiel und betätigt sich hauptsächlich als Internet Service Provider. Seit 2004 umfasst das Portfolio auch die Entwicklung und Vermarktung einer selbst entwickelten, auf Asterisk - basierenden Voice over IP - Telefonanlage namens Astimax[®]. Bereits 2006 war das Produkt, nach Hersteller - Aussagen, die meist verkaufte Asterisk - basierte VoIP TK - Anlage Deutschlands ⁶¹. Demnach befindet sich das Produkt schon in diversen Umgebungen im Einsatz und kann als Praxis - tauglich bewertet werden. Die Addix Internet Services GmbH ist ein solides und etabliertes Unternehmen, so dass nicht damit zu rechnen ist, dass es den Hersteller und die Anlagen in ein paar Jahren nicht mehr gibt.

Die Anlage verwendet zum Großteil Open - Source - Komponenten wie etwa die Asterisk TK - Anlagen - Software ⁶². Der Name stammt vom entsprechenden Sternsymbol, das auf Telefontastaturen links neben der Null zu finden ist. Asterisk wird unter der, in der Linux - Welt üblichen, offenen Lizenz GNU/GPL ⁶³ vertrieben. Die Firma Addix Internet Services GmbH hat jedoch eine eigene Weboberfläche zu Asterisk entwickelt, weshalb das Produkt unter einer geschlossenen Lizenz steht. Der administrative Root - Zugriff auf das speziell gehärtete Linux - Betriebssystem ist geschützt, so dass die einzige Steuerungs - und Konfigurationsmöglichkeit für den Anwender über die Weboberfläche besteht, siehe Screenshots in Kapitel 8.2 „Screenshots“ Seite 102. Jeder Mitarbeiter hat so Zugriff auf seine Einstellungen und kann u.a. die Rufumleitungen verändern. Der Administrator kann die komplette Anlage uneingeschränkt verwalten.

Als Hardware dient ein ganz normaler Rechner nach Industriestandards, der in dieser Ausführung in einem kleinen, passiv gekühlten Gehäuse geliefert wird. Zum Betrieb mit ISDN existieren PCI - Einbau - Karten ⁶⁴ mit bis zu acht Anschlüssen, so dass die Anlagen an den vorhandenen vier ISDN - Anschlüssen betrieben werden kann. Über eine Analog - Digital - Wandler, der auf der Leitung zum Fax zwischen gesteckt wird, kann das analoge Fax einwandfrei angebunden

⁶¹Siehe <http://www.addix.net/index.php?id=11> unter 2006

⁶²Produkthomepage: <http://www.asterisk.org/>

⁶³Siehe Wikipedia: http://de.wikipedia.org/wiki/GNU_General_Public_License

⁶⁴Z.B von der Junghanns.NET GmbH; siehe <http://www.junghanns.net/en/home.html>

werden. Ein Vorteil dieser Anlagen ist das einfache Lizenzmodell. Im Vergleich zu Konkurrenten müssen keine Lizenzen pro Nebenstelle gekauft werden. Lediglich spezielle Zusatzmodule müssen zugekauft werden.

Ein interaktives Sprachmenü (*Interactive Voice Response, IVR*) ist für die Astimax[®] - Anlage als eigenes, kostenpflichtiges Modul erhältlich. Dieses kann auf der Anlage unendlich oft verwendet werden und unterliegt als n - stufiges IVR keinerlei Einschränkungen. In diesem inbegriffen ist eine Komponente zur Zeitsteuerung. Beides kann, nach Freischaltung des Moduls, über die Weboberfläche verwaltet werden.

Die CONACTIVE besitzt seit knapp zwei Jahren umfangreiche Erfahrungen im Umgang mit den professionellen Astimax[®] - Anlagen. In mehreren Implementierungen unterschiedlicher Größenordnung haben sich die Systeme in der Praxis bewährt. Die Astimax[®] - Anlagen unterstützen jedes SIP - fähige Endgerät, unabhängig vom Hersteller. Die CONACTIVE verwendet hier Produkte des Berliner Unternehmens *snom technology AG* ⁶⁵ sowie die *Phonesuite* ⁶⁶ als CTI - Anwendung, siehe Abbildung 28 Kapitel „Screenshot der Phonesuite“ Seite 108.

Die *snom technology AG* wurde 1996 gegründet und hat sich auf die Herstellung von VoIP - Telefonen nach dem SIP - Standard spezialisiert. Nach einer Zusammenarbeit der Addix Internet Services GmbH und der *snom technology AG* wurde die Interoperabilität beider Produkte von den Hersteller offiziell bekannt gegeben ⁶⁷. Diese gewährleistet ein integriertes und reibungsloses Zusammenspiel beider Produkte. Zudem deckt die aktuelle Produktpalette ⁶⁸ die Anforderungen exakt ab. Zu den vier Telefonvarianten, von denen das Modell 370 bereits mit integrierter Verschlüsselung arbeitet, gibt es Headsets sowie Erweiterungstastfelder als Zubehör.

⁶⁵Hersteller - Homepage: <http://www.snom.com>

⁶⁶Produkt - Webseite <http://www.phonesuite.de/>

⁶⁷Siehe Pressemitteilung http://www.astimax.de/index.php?id=10&backPID=10&tt_news=22

⁶⁸Hersteller - Webseite <http://www.snom.com/products.html>

Als Telefon mit Basis - Ausstattung wird ein snom 300 verwendet, Telefone mit Premium - Ausstattung werden snom 360. Das Vermittlungstelefon, das als exklusiv gekennzeichnet ist, wird ebenfalls ein snom 360, jedoch zudem noch mit einem Erweiterungstastenfeld bestückt. Alle Funktionstasten sind mit einem LED - Licht ausgestattet, das den Telefonstatus des jeweiligen Ziels anzeigt. Das Vermittlungstelefon verfügt demnach über insgesamt 54 Funktionstasten, die frei wählbar mit den Telefonnummern der Kolleginnen und Kollegen belegt werden können. Konfiguriert wird das Telefon über ein Webinterface, das jedes Telefon mit sich bringt. Die Erweiterung kann ebenso wie die Headsets vom gleichen Hersteller bezogen werden. Die Anforderungen an die Endgeräte erfüllen somit alle Telefone.

Die letzte fehlende Komponente ist die Firewall - Appliance zur Fernwartung. Hierfür wird eine Endian Firewall Mini des italienischen Herstellers *endian S.r.l.*⁶⁹ implementiert. Sie wird nach beinahe dem gleichen Lizenzkonzept wie die TK - Anlage vertrieben und zeichnet sich durch eine hervorragende OpenVPN - Umsetzung aus.

Nach der Entwicklung des Systemkonzepts ist das VoIP - Predeployment bzw. die Planungsphase des Projektes abgeschlossen. Nun kann die Implementierung mit der Vorkonfiguration der Komponenten beginnen.

5.4 Implementierung

Mit der Vorkonfiguration der Komponenten bei der CONACTIVE beginnt die Implementierung und das VoIP - Deployment. Ziel ist es, die Hardware nach den Vorgaben zu konfigurieren, damit die Arbeiten beim Unternehmen vor Ort auf ein Minimum reduziert werden. Hauptausführender ist dabei die CONACTIVE. Im Zuge dieser Konfiguration wird auch die Lösung der Besonderheiten des Projektes erläutert. Diese werden durch passende Screenshots von einer Anlage im Live - Betrieb unterstützt.

⁶⁹Hersteller - Webseite <http://www.endian.it>

5.4.1 Besonderheiten

Im Folgenden werden die Lösungen zu den Sonderfällen der Fröhlich Sportware GmbH erläutert. In Anhang Kapitel 8.2 „Screenshots“ ab Seite 102 befinden sich entsprechende Screenshots der Astimax[®] - Anlage, die die Konfigurationen zusätzlich verdeutlichen.

GSM - Integration

Die nahtlose Integration von Handys in eine Voice over IP - Umgebung wird GSM - Integration genannt. Zur Lösung dieser Integration wird mit einer Rufgruppe ein Konstrukt aufgebaut, das noch eine Reihe weiterer Probleme löst.

Eine Rufgruppe ist eine virtuelle Durchwahl unter der mehrere Nebenstellen erreichbar sind und wird verwendet, um unter einer Nummer mehrere Telefone klingeln zu lassen. Sie kann in dieser Form für einen Mitarbeiter allein als auch für mehrere Mitarbeiter genutzt werden. Sie bildet eine logische, zusammenfassende Instanz um damit die Strukturen eines Unternehmens besser abbilden zu können.

In vielen Unternehmen findet man eine Vielzahl unterschiedlicher Telefone vor: übliche Tischtelefone, tragbare Mobilteile, Handys oder Softphones mit Headset. Im Extremfall findet man eine Kombination aus allen vier Geräten für einen Mitarbeiter vor. Eine Konstellation die wiederum neue Probleme aufwirft. Alle Geräte sollten wenn möglich unter einer Rufnummer erreichbar sein. Separate Telefonnummern sind sehr unpraktisch und beschränken die Auswahl an welchem Telefon man das Gespräch annimmt. Zudem gibt es drei verschiedene Mailboxen: eine für das Tischtelefon bzw. Mobilteil, viele Softphones haben eigene Mailboxen sowie die Mailbox des Handys. Auch diese Umstände lassen sich mit einer Rufgruppe und einem kleinen Trick umgehen.

Die Abbildung 11 (siehe auch Abbildung 20 Kapitel „Konfiguration einer Rufgruppe“ Seite 103) zeigt ein schematische Konfiguration für die Durchwahl 40 des Geschäftsführers. Sie wird so für jeden Mitarbeiter eingerichtet, auch wenn die Maßnahmen zur GSM - Integration bisher nur auf die drei Mobiltelefone des Geschäftsführers und der Einkäufer zutreffen. Selbst wenn in der Rufgruppe nur ein Telefon vorhanden ist, wird, im Sinne einer einheitlichen Struktur, dieses Schema angewandt. Zukünftig lassen sich dann weitere Telefone oder Handys leichter integrieren.

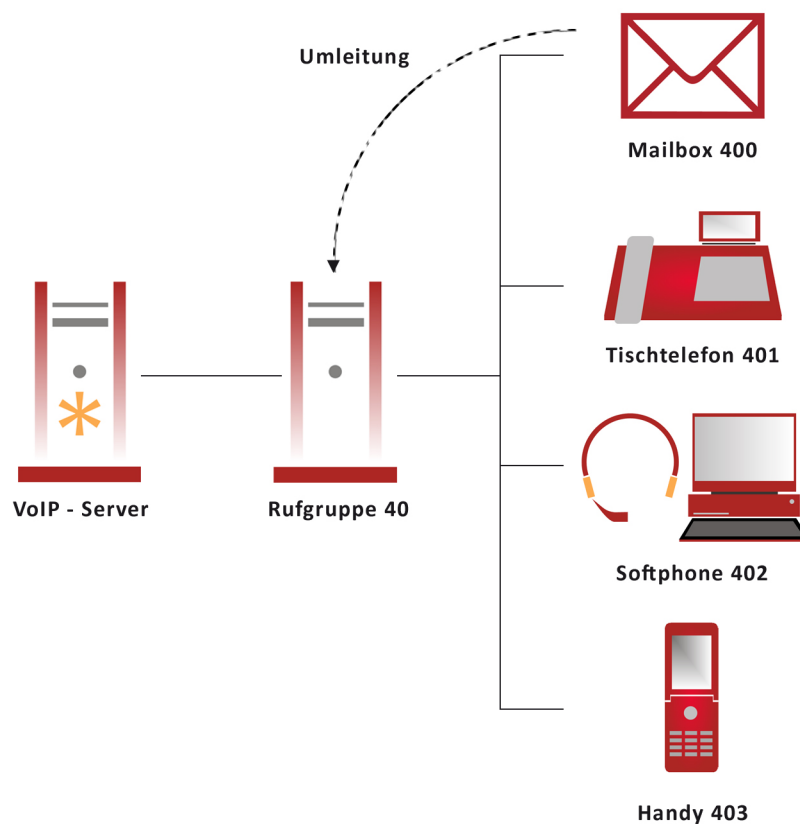


Abbildung 11: Aufbau der Rufgruppe zur GSM - Integration

Der VoIP - Server kennt die Rufgruppe 40. In dieser Rufgruppe existiert die Durchwahl 400 für die Mailbox, die 401 für das Tischtelefon, die 402 für ein mit dem Computer betriebenes Softphone mit Headset sowie die 403 für das Geschäftshandy dieses Mitarbeiters. Eine zweistellige Durchwahl bzw. Rufgruppe wird demnach mit dreistelligen Nummern noch weiter untergliedert. Dies ge-

schieht durch einfaches Anhängen einer Nummer, wobei diese je nach Telefonart gleich ist. So wird etwa für das Tischtelefon stets eine Eins angehängt, für das Mobiltelefon durchwegs eine Drei. Dadurch, dass jede Konfiguration gleich ist, sind die unterschiedlichen Telefone durch ihre angehängte Nummer identifizierbar. Dies ist von Vorteil wenn man etwa gezielt das Handy eines Kollegen anrufen möchte. So ist jeder Mitarbeiter unter seiner Durchwahl plus einer angehängten 3 auf seinem Mobiltelefon erreichbar. Ein Suchen nach der Handynummer oder gar einem langen Eintippen der Nummer ist somit vorgebeugt.

Zusammenfassend kann man sagen, dass alle zweistelligen Nummern Rufgruppen sind und es sich bei allen dreistelligen Durchwahl um die einzelnen Endgeräte handelt. Eine solche Konfiguration ist nicht verpflichtend. Vielmehr ist es eine Konstruktion, die im Weiteren viele Vorteile bietet.

Die einzelnen Nebenstellen der Rufgruppe sind als ganz normale interne Rufnummern anzusehen, die in der Form, genauso wie die Rufgruppe selber und mit Ausnahme des Mobiltelefons, auch von extern erreichbar sind. Bei einem Anruf auf die Rufgruppe 40 klingeln somit, bis auf die Mailbox, alle drei Telefone simultan. Auch das Handy klingelt, da die Anlage den Anruf nach extern über den Mobilfunk - Anbieter weiterleitet. Herr Fröhlich hat die freie Wahl, an welchem Telefon er das Gespräch aufnimmt. Sobald das Gespräch an einem der Geräte angenommen wird, verstummen die restlichen Telefone. Bei ausgehenden Telefonaten wird nicht die dreistellige Nummer (z.B. 401) sondern die Nummer der Rufgruppe (z.B. 40) übertragen. Dadurch bleibt den Gesprächspartnern die interne Struktur verborgen. Zudem entfällt eine Anpassung der vorhandenen Telefonbucheinträge und alle Rückrufe gehen wie gewohnt auf die Rufgruppe (z.B. 40). Diese Flexibilität erreicht man nur mit Hilfe von Rufgruppen.

Ist Herr Fröhlich außer Haus, bemerkt er den Anruf auf seinem Mobiltelefon. Auf Geschäftsreise verpasst er so keinen Anruf, denn jeder Anruf auf die Durchwahl 40 wird auch auf seinem Mobiltelefon signalisiert. So ist er für seine Kunden zu jeder Zeit und überall erreichbar. Auf Anwenderschulungen trifft diese Tatsache oft auf wenig Begeisterung weshalb den Mitarbeitern auch gleich ein

Praxistipp an die Hand gegeben wird: Je nach Konfiguration des vorhandenen Telefonanschlusses steht entweder die Telefonnummer der Firma oder die Nummer des Anrufers mit zusätzlicher führender Null (z. B. 009281... für Hof) im Display. Damit können Anrufe von der Firma von direkten, privaten Anrufen unterschieden werden. Da nicht alle Handy - Modelle einen Rückruf auf Telefonnummern mit führender Doppelnull bewältigen, kann dieses Feature auch deaktiviert werden. Insofern kann es frei eingestellt werden, ob ein Mitarbeiter einen geschäftlichen Anruf auf seinem Handy erkennt oder nicht.

In den Einstellungen der Rufgruppe ist zudem *Busy on Busy* (BoB) gesetzt. Somit gilt die Rufgruppe 40 als besetzt, wenn einer der darin enthaltenen Endgeräte gerade am telefonieren ist. Einem zusätzlichen, zweiten Anrufer wird demnach ein Besetzt - Zeichen signalisiert, anstatt das Telefonat durch das Klingeln der noch freien Telefone zu stören. Diese Feature greift nicht bei Anrufen auf das Handy über die Kurzwahl.

Das Mobiltelefon ist der Telefonanlage als Kurzwahl 403 im eigenen Telefonbuch bekannt und wird als interner Teilnehmer gehandhabt, mit der Einschränkung, dass eine Kurzwahl nicht von extern erreichbar ist. Bei einem Anruf von intern auf die 403 ersetzt der VoIP - Server die Nummer durch die tatsächliche Handynummer und leitet das Gespräch an den externen Mobilfunk - Provider weiter. Das übliche Knacksen bei der Übergabe eines Gespräches in das Funknetz wird durch ein simuliertes Klingeln überdeckt. Dieses Feature wird in einer Rufgruppe mit Mobiltelefon aktiviert.

Die Mailbox - Problematik wurde bereits angesprochen. Ziel ist es, alle vorhandenen Mailboxen durch eine Einzige zu ersetzen, um Anwendern den Umgang damit zu erleichtern. Die in der Grafik eingezeichnete Mailbox hat dabei eine Sonderstellung. Die Durchwahl 400 leitet direkt weiter auf die Mailbox der Rufgruppe (siehe Abbildung 19). Ein Handy verfügt über eine Reihe von Weiterleitungsfunktionen. Werden diese auf die Nebenstelle 400, natürlich samt Vorwahl und Rufnummer des Unternehmens, gestellt, kann die Mailbox des Handys auf die Mailbox der Rufgruppe umgeleitet werden. Die Mailboxen des Telefons und

des Softphones werden deaktiviert oder ebenfalls auf die 400 umgeleitet wodurch auch diese Mailboxen erfolgreich ersetzt werden. Dadurch reduziert sich die Anzahl der Mailboxen auf die eine Mailbox der Rufgruppe. Der Abruf dieser kann sowohl von intern als auch von außerhalb der Firma erfolgen. Die Nachrichten werden nach einer gewissen Zeit auch in Form einer Audio - Datei an die E - Mail des Mitarbeiters geschickt, können alternativ über ein Sprachmenü (*88 am Tischtelefon) abgehört werden oder sind über das Webinterface des Benutzers auf dem VoIP - Server einsehbar. Die Nachrichten lassen sich so beliebig in weitere Prozesse, zum Beispiel in ein CRM - System, eingliedern ⁷⁰.

Heim Arbeitsplatz

Die wohl häufigsten Anwendung der nomadischen Nutzung in kleinen und mittleren Unternehmen ist die Anbindung eines Heim Arbeitsplatzes. In diesem Fall soll mit Hilfe der nomadischen Nutzung Frau Meier, eine wichtige Verwaltungs - Mitarbeiterin in Erziehungsurlaub, halbtags von zu Hause arbeiten können. Für diese Arbeit ist eine Kommunikation mit Kolleginnen und Kollegen unerlässlich. Nicht nur das sie für Fragen zur Verfügung stehen muss, auch ihrerseits muss sie sich über wichtige Abläufe und Neuigkeiten in der Verwaltung auf dem Laufenden halten.

Da Frau Meier nur halbtägige Heimarbeit leistet, müssen ihre Anrufe nachmittags in der Firma durch andere Mitarbeiter aufgenommen werden. Zu diesem Zweck steht an ihrem Arbeitsplatz in der Firma noch ein Tischtelefon, das unter der gleichen Durchwahl erreichbar ist und an dem die Kollegen nachmittags ihre Anrufe entgegennehmen können.

In der Abbildung 12 ist das Szenario eines Heim Arbeitsplatzes beispielhaft dargestellt. Frau Meier ist unter ihrer üblichen Durchwahl 52 auch zu Hause über ein Telefon erreichbar. Die Nebenstelle 52 ist dabei eine Rufgruppe, der die beiden

⁷⁰Customer Relationship Management, siehe Wikipedia
<http://de.wikipedia.org/wiki/Kundenbeziehungsmanagement>

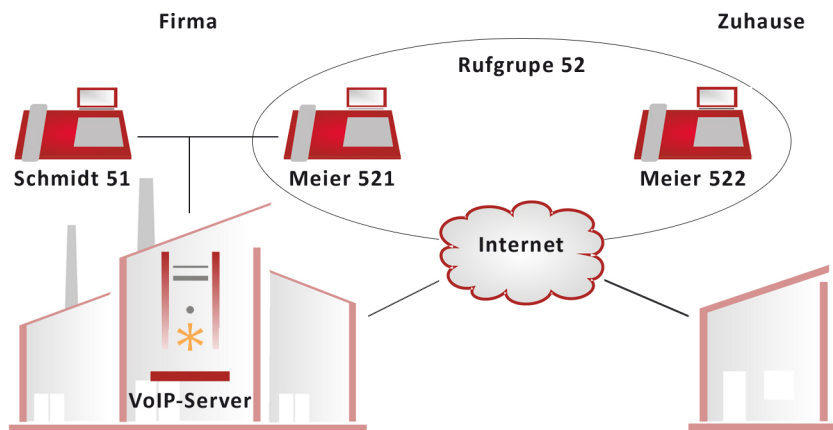


Abbildung 12: Anbindung eines Heimarbeitsplatzes

Endgeräte mit Durchwahl 521 und 522 zugeordnet sind. Die 521 ist dabei das in der Firma platzierte Tischtelefon, die 522 bezeichnet das Telefon am Heimarbeitsplatz. In [Abbildung 11](#) steht eine angehängte Zwei für ein Softphone. Da ein solches hier nicht vorhanden ist, wird es kurzerhand für das externe Telefon genutzt.

Bei einem Anruf auf die Nebenstelle 52 klingeln, auf Grund der Rufgruppe, die beiden genannten Endgeräte. Vormittags kann Frau Meier dann zu Hause abheben und ganz normal ein Gespräch führen. Nachmittags können dann ihre Kolleginnen und Kollegen im Büro das Telefon (521) beantworten.

Wichtigster Punkt in diesem Szenario ist die Anbindung des externen Telefons an den VoIP - Server. Sie muss zwangsweise über das Internet erfolgen und stellt damit den einzigen VoIP - Traffic über das Internet im ganzen Konzept dar. Ein einzelnes, unregelmäßiges Gespräch wird nur wenig von Downloads oder E - Mail beeinflusst, weshalb diese Maßnahme tragbar und eine hohe Sprachqualität zu erwarten ist. Frau Meier muss ebenfalls über eine Internetanbindung mit ausreichender Bandbreite verfügen. Eine DSL - Leitung mit mindestens 1024 kb/s, üblicherweise als 1000er DSL bezeichnet, reicht hierfür aus. Besonderheiten wie etwa ein synchrones DSL oder eine statische IP - Adresse sind nicht erforderlich.

Mit dem Internetanschluss ist die Grundlage für die Anbindung geschaffen. Nun muss die Anlage nur noch von extern erreichbar sein. Dies wird in der Regel durch Öffnen der entsprechenden Ports (standardmäßig 5060 TCP, ab 49152 UDP ⁷¹) auf der Endian Firewall erreicht. Die Konfiguration kann so geändert werden, dass die geöffneten Ports direkt zur TK - Anlage führen. Zusammen mit einer statischen IP - Adresse, die bei Business - Internet - Anschlüssen üblich ist, kann sich ein externes Telefon nun mit der Telefonanlage im Geschäft verbinden. Die entsprechenden Einstellungen (IP - Adresse der Firma, Ports) brauchen nur auf dem Endgerät bei Frau Meier zu Hause eingestellt werden.

Mit diesem Endgerät kann dann ohne Einschränkungen telefoniert werden. Lediglich ein kleines Umdenken ist nötig. Das Telefon verhält sich so, als würde es in der Firma stehen. Ein Umstand, an den man sich im privaten Umfeld erst gewöhnen muss. So muss beispielsweise eine Null bei externen Anrufen vorgewählt werden. Auch ihre Kollegen erreicht sie wie gewohnt mit den üblichen Durchwahlen, ohne dass die Rufnummer der Firma vorangestellt werden muss.

Die gewählte Implementierung ist die kostengünstigste Variante. Besondere Sicherheitsmaßnahmen gegen Abhören der Telefonate wurden nicht getroffen. Der komplette Verkehr zwischen der Anlage und dem externen Telefon ist unverschlüsselt. Auf Grund der geringen Bedrohung und des zu erwartenden, verhältnismäßig geringen Schadens entschied sich der Unternehmer dennoch für diese Lösung. Eine sichere Lösung mit einem virtuellen, privaten Netzwerk zur Endian Firewall kann jederzeit bei Frau Meier zu Hause nachgerüstet werden. Ein Endgerät mit Verschlüsselung (snom 370) würde hier nur Abhilfe schaffen, wenn es unternehmensweit im Einsatz wäre.

Zeitsteuerung

⁷¹Entnommen aus dem Handbuch eines SNOM 360, Seite 102;
http://www.snom.com/download/man_snom360_de.pdf

Für die Bekannte des Geschäftsführers, Frau Schneider, die nur Vormittags im Unternehmen arbeitet, soll eine Zeitsteuerung samt Ansage eingerichtet werden. Der Arbeitsplatz beinhaltet die Hotline zu Fragen der Rechnungsstellung und Überweisung für Ebay - Kunden. Nachmittags soll eine entsprechende Ansage auf die Nichterreichbarkeit und die Arbeitszeiten dieser speziellen Hotline hinweisen. Die TK - Anlage kann diesen Ablauf mit Hilfe einer *Interactive Voice Response*, kurz IVR, automatisieren. Dieses interaktive Sprachmenü kennt man von vielen Hotlines großer Unternehmen. Durch Tastendruck, genauer gesagt über DTMF - Töne ⁷², kann der Anrufer im Menü navigieren und gelangt so zum gewünschten Support.

Für die Ansage muss von einer Mitarbeiterin ein frei definierbarer Text mittels eines Mikrofons aufgenommen werden. Die entsprechenden Sprachdateien müssen vorher mit einem Audio - Programm erstellt und anschließend über das Webinterface auf die TK - Anlage hochgeladen werden. Dabei lohnt es sich, die Sprachdateien möglichst professionell aufzunehmen und diese in einem Audioprogramm nachzubearbeiten. Die Anlage konvertiert die hochgeladenen Dateien mit dem GSM - Codec wodurch die Sprachqualität leidet. Nach ein bis zwei Testversuchen und einer gezielten Nachbearbeitung stellt sich jedoch ein sehr gutes Ergebnis ein.

Ein IVR arbeitet mit so genannten Knoten, durch die der Anrufer im Menü navigiert. Jeder Knoten kann sich dabei vom Typ (Zeitsteuerung, Rufaufbau, Untermenü usw.) sowie vom Ansagetext her unterscheiden. In Verbindung mit Rufgruppen ist es dadurch möglich, sehr komplizierte Szenarien abzubilden ⁷³. Für die Zeitsteuerung wird der Tag in zwei Teile geteilt. Von 06:00 bis 13:00 Uhr wird das Telefon von Frau Schneider angesprochen, den Rest der Zeit, auch an Wochenenden, soll das IVR mit der Sprachansage abgespielt werden und die Verbindung anschließend getrennt werden.

⁷²Siehe Wikipedia: <http://de.wikipedia.org/wiki/DTMF>

⁷³Beispielsweise: Vor 12:00 Uhr soll die 20 klingeln. Hebt niemand ab, soll nach 5 mal Läuten auf die 24 geleitet werden. Nach 13:00 Uhr soll generell die 24 klingeln.

Zu diesem Zweck enthält das IVR mit der Durchwahl 92, neben dem Startknoten, der die Fallunterscheidung nach der Zeit trifft, zwei weitere Knoten, siehe Abbildung 26 Kapitel „Übersicht über den Aufbau der Zeitsteuerung“ Seite 107. Der Erste wird angesprochen wenn Frau Schneider erreichbar ist und baut unverzüglich einen Ruf zu ihrem Telefon auf. Der zweite Knoten wird angesteuert wenn ein Anrufer außerhalb der vorgesehenen Zeiten anruft. Nach einer kurzen Ansage wird die Anlage demnach das Telefonat trennen. Wichtig ist, dass die Zeitsteuerung transparent für den Anrufer abläuft. Eine Zeitverzögerung durch die Fallunterscheidung oder durch das Springen zwischen den Knoten entsteht nicht. Lediglich bei der Ansage vor dem Auflegen bemerkt der Anrufende das Sprachmenü.

Callcenter

Die beiden Mitarbeiter im Callcenter werden ebenfalls durch ein IVR unterstützt. Dieses soll die Anrufer vor einem Gespräch nach deren Anliegen sortieren. Zudem teilen sich die beiden Mitarbeiter die Produktpalette der Fröhlich Sportsware GmbH in gleiche Teile auf. So ist einer der Mitarbeiter auf Bekleidung spezialisiert wohingegen sein Kollege die restlichen Produkte betreut. Das IVR soll also dafür sorgen, dass ein Anrufer mit Fragen zur Bekleidung auch den richtigen Ansprechpartner erreicht. Den Aufbau dieses IVR's zeigen die Abbildungen 23, 24 und 25 im Anhang [Screenshots](#) ab Seite 105.

Insgesamt gibt es fünf Support - Kategorien von denen drei weiter unterteilt werden. Dem Anrufer wird mit der * - oder der # - Taste die Möglichkeit gegeben, in Untermenüs vor und zurück zu navigieren. Je nachdem welche Zahl der Anrufende auf seinem Telefon eingibt, wird er in das passende Untermenü geleitet bzw. wird das Telefonat zum passenden Agent durchgestellt.

Die Benutzung eines IVR ergibt noch weitere Vorteile für die Agents. Die verfügbaren Nebenstellen von 90 bis 99 werden komplett ausgenutzt. Die einzelnen

Teilbereiche werden dann den einzelnen Durchwahlen zugeordnet, zum Beispiel der Zahlungssupport von Frau Schneider auf die 92, den Produktsupport für Bekleidungen auf 93 und den Produktsupport zu sonstigen Artikeln auf die 94. Das IVR wird so konfiguriert, dass die entsprechenden Ansagen und Menüs auch zu der passenden Nebenstelle führen. Der Agent, der die letztendlich angewählte Zielrufnummer im Display seines Telefons oder in der CTI - Anwendung sieht, kann somit schon vor dem Gespräch das Anliegen des Anrufenden anhand der Zielrufnummer zuordnen. Dementsprechend kann er sich besser auf den Anruf vorbereiten, beispielsweise indem er sich die erforderlichen Formulare am Computer zurechtlegt und bereits während der Begrüßung erste Daten eingibt. Infolgedessen wird der Support - Prozess sowohl für den Kunden als auch für die Agents vereinfacht.

Eine Support - Nummer (90 - 99) ist entweder eine einzelne Rufnummer oder eine Rufgruppe, je nachdem ob ein Agent oder beide Agents den entsprechenden Support leisten können. Über die passenden Eingaben in den Rufaufbau - Knoten des IVR wird somit bestimmt, welche Telefone letztendlich läuten.

Die Mitarbeiter erhalten zu ihren Telefonen mit Premium - Ausstattung ein mono - aurales Headset ⁷⁴. Überdies werden die Arbeitsplätze mit einer CTI ausgestattet, so dass die Telefonate auch am Bildschirm angenommen und beendet werden können. Der Griff zum Telefon entfällt somit. Der Komfort des neuen System steigert sich gegenüber dem bisherigen Callcenter enorm.

Über das Telefon - Journal der CTI können zukünftig Auswertungen über das Callcenter erstellt werden. Die Anwendung kann die Daten lediglich exportieren, zum Beispiel in eine Datenbank. Eine Auswertung muss jedoch durch eine eigene Applikation realisiert werden, die nicht Bestandteil der CTI oder der Astimax[®] - Anlage ist. Dank der umfangreichen Exportmöglichkeiten kann hier hingegen beinahe jede Plattform und Programmiersprache genutzt werden. Auch in der Art der Auswertung sind keine Grenzen gesetzt, da es sich um unverfälschte Rohdaten handelt.

⁷⁴Siehe snom Webseite: <http://www.snom.com/headsets0.html?&L=0>

5.5 Rollout

Der Ablauf der Implementierung wurde bereits in Kapitel 5.2.4 „Projektablauf“ Seite 58 zwischen der CONACTIVE und der Fröhlich Sportsware GmbH festgelegt. Insofern kann nach der Vorkonfiguration der Geräte das VoIP - Deployment beim Kunden stattfinden. Die Vorgaben bezüglich der harten Migration und eines reibungslosen Übergangs sind durch die CONACTIVE zu befolgen.

Ein Aspekt ist bisher noch ohne Erklärung geblieben: die Anwender - Schulung. Vor allem auf Grund der Tatsache, dass die Anwender erst nach der Implementierung geschult werden. Der Effekt einer Schulung ist umso größer, je besser die Vorstellungen des Personals von der neuen Voice over IP - Umgebung sind. Wurden die Mitarbeiter bereits mit der neuen Technologie konfrontiert, ergeben sich bei der Schulung ein Vielfaches an Fragen, die noch dazu gezielter formuliert und damit zufriedenstellender beantwortet werden können. Besonders wenn es um die Unterschiede zu den bisherigen Kommunikationsprozessen geht, tauchen die meisten Fragen auf. Einen solchen Vergleich kann das Personal nur ziehen, wenn es vorher ausreichenden Umgang mit der neuen Umgebung hatte. Die Beantwortung dieser Fragen und damit die Anpassung der vorhandenen Abläufe kann, neben den Grundkonzepten, als Hauptaufgabe der Schulung betrachtet werden ⁷⁵.

5.6 Wartung & Support

Zum neuen VoIP - Server wird der verpflichtende Update - Vertrag mit dem Hersteller vereinbart ⁷⁶, welcher die Firmware - Updates für den TK - Server beinhaltet. Wichtig ist in diesem Zusammenhang auch, dass der Update - Vertrag kei-

⁷⁵Diese Erfahrung habe ich aus fünf Schulungen mit insgesamt 110 Personen gewonnen. Die Gruppen unterschieden sich, unabhängig von der Art des Unternehmens, teilweise erheblich, je nachdem, wann die Telefone beim Personal aufgestellt wurden. Daraus resultiert auch der erzielte Lerneffekt einer Schulung.

⁷⁶Wartungsverträge des Herstellers nur bei größeren Anlagen, siehe:
<http://www.astimax.de/fileadmin/pdf/Leistungsbeschreibung-Service-Vertrag.pdf>

ne Major - Releasewechsel (z.B. Version 2.2 auf 3.0) beinhaltet. Diese werden bei Bedarf gesondert mit dem Hersteller - Support vereinbart und nach gängigen Stundenlöhnen separat abgerechnet. Die Praxiserfahrung zeigt das hierbei etwa mit einem Aufwand von zwei Stunden zu rechnen ist. Der Releasewechsel ist keineswegs verpflichtend, kann aber unter Umständen neue Funktionen und Features beinhalten.

Für Wartung und Support ist die CONACTIVE ohne eigens geregelten Wartungsvertrag zuständig. Für Anlagen dieser Größenordnung ist das fehlen eines solchen Vertrages im Voice over IP - Sektor üblich. Dank des verminderten administrativen Aufwands, den ein VoIP - Server gegenüber einer klassischen Lösung vorweist, verringert sich der Supportaufwand deutlich. Zudem kann der, in die Administration eingeweihte Mitarbeiter dank des einfachen Webinterfaces einen Großteil der anfallenden Aufgaben selbst erledigen. Bei komplexeren Problemen, zum Beispiel bei der Anpassung eines IVR, kann die CONACTIVE mittels des Fernwartungszugangs Hilfestellung leisten. Verrechnet wird die Leistung mit einem Stundenlohn von EUR 90,-. Aufgabe der CONACTIVE ist es auch, den Support des Herstellers bei nicht lösbaren Problemen zu kontaktieren. Wie sich diese Maßnahme, vor allem im Vergleich zu herkömmlichen Anlagen, wirtschaftlich auswirkt, wird in Kapitel 6.2.3 „Wartungsverträge“ Seite 87 genauer erarbeitet.

Der Fernwartungszugriff erfolgt mittels der extra installierten Endian - Firewall - Appliance über die ein VPN realisiert wird. Der Rechner des Support - Mitarbeiters der CONACTIVE wird damit Teil des Firmennetzwerks und er kann so bei Problemen sehr schnell reagieren und etwaige Ausfallzeiten auf ein Minimum reduzieren. Der Zugriff umfasst mit dem ganzen VoIP - Netzwerk der Fröhlich Sportsware GmbH ebenfalls die Endgeräte. Auch der Hersteller kann über diese Firewall und der *Secure Shell* (SSH, Port 22) ⁷⁷ auf die TK - Anlage zugreifen und die gewünschten Updates aufspielen. Diese Lösung hat darüber hinaus den Vorteil, dass sie dauerhaft in Betrieb ist und so nicht extra im Bedarfsfall ein-

⁷⁷Siehe Wikipedia <http://de.wikipedia.org/wiki/Ssh>

gerichtet werden muss. Der VPN - Zugang ist mit Zertifikaten und Passwörtern ausreichend abgesichert.

Wichtig ist es nicht nur, eine hohe Sprachqualität zu erreichen, sondern sie auch über den ganzen Lebenszyklus des Systems konstant hoch zu halten. Ein Sportgeschäft betreibt in der Regel ein sehr statisches Netzwerk welches nur sehr selten geändert oder erweitert wird. Demnach ist zu erwarten, dass die Sprachqualität auch in Zukunft konstant hoch bleibt und keine Maßnahmen zum Erhalt der Sprachqualität ergriffen werden müssen. Eine solcher Schritt wäre beispielsweise neue Netzwerk - Komponenten zukünftig speziell im Hinblick auf Voice over IP zu beschaffen: qualitativ hochwertig, vom gleichen Hersteller, mit der gleiche Konfiguration.

Eine Aufgabe der Wartung wird es auch sein, in regelmäßigen Abständen ein Backup der Konfiguration des VoIP - Servers zu ziehen. Die Sprachfiles für die IVRs sollten separat gesichert werden, da sie nicht im resultierenden Backup inkludiert sind. Die Datensicherung kann auf anderen Anlagen des Herstellers aufgespielt werden, so dass im schlimmsten Fall auch kurzfristig eine Ersatzanlage eingebaut werden kann. Dieser Ablauf eignet sich auch für einen Einbau einer größeren Anlage, sollten die 40 Nebenstelle der aktuellen Anlage zukünftig nicht ausreichen.

6 Kosten - Nutzen - Analyse

Die Kosten - Nutzen - Analyse sollte, auf Grund der limitieren Mittel eines Kleinunternehmens, bereits während des Projektes ein fortwährender Regulierungsprozess sein, vor allem im VoIP - Predeployment, siehe Abbildung 9 Kapitel „Projekt - Phasen und - Ablauf“ Seite 41. Von der Projektidee bis zur Entwicklung des Systemkonzeptes sollte jede neue Idee einer zeitlich angemessenen Kosten - Nutzen - Analyse unterzogen werden. Dadurch wird gewährleistet, dass die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen, die der Unternehmer Herr Fröhlich sich gesetzt hat, nicht überschritten werden.

Im ersten Teil dieses Kapitels wird eine Nutzen - Analyse durchgeführt, deren Hauptaugenmerk auf dem intangiblen Nutzen liegt. Anschließend greift die Kosten - Analyse das Angebot der CONACTIVE auf und bewertet es nach gängigen VoIP - spezifischen Charakteristika. Zum Abschluss werden drei, für Unternehmen herausragende Einsparpotentiale aufgezeigt.

6.1 Nutzen - Analyse

Damit eine Voice over IP - Umgebung für eine Firma von Nutzen sein kann, muss sie durch die Benutzer akzeptiert und angenommen werden. Ist diese Hürde genommen, können intangible Nutzen für das Unternehmen aufgezeigt werden.

6.1.1 Benutzer - Akzeptanz

Für die Mitarbeiter der Fröhlich Sportware GmbH gibt es eine Reihe von Faktoren die für die Akzeptanz der neuen Telefonie - Umgebung entscheidend sind.

Die Gefahr einer negativen Stimmungsmache oder gar einem Widerstand gegen Voice over IP ist in kleinen und mittleren Unternehmen recht gering. Ist dies dennoch der Fall, handelt es sich meist um vereinzelte Personen, die aus der pri-

vaten Nutzung von unzuverlässigen Anbietern voreingenommen sind. Negative Erfahrung führen sie stets auf eine nicht ausgereifte Technologie zurück. Um einer subjektiven Beeinflussung der anderen Mitarbeiter durch die Kritiker vorzubeugen, empfiehlt es sich, die kritischen Mitarbeiter im Unternehmen zuerst zu überzeugen, damit sie im weiteren Verlauf des Projekts zu Multiplikatoren für die Akzeptanz von Voice over IP werden. Dazu empfehlen sich Vier - Augen - Gespräche, sowohl weit vor als auch nach der Implementierung. Hilfreich für die Akzeptanz der Umgebung kann auch eine frühe Involvierung der Mitarbeiter in das komplette Projekt sein, durch die Voice over IP den Charakter einer von den Vorgesetzten aufgezwungenen Technologie verliert.

Wie im wahren Leben auch ist der erste Eindruck von entscheidender Bedeutung, wenn die Mitarbeiter mit den neuen Telefonen und Voice over IP konfrontiert werden. Zumal wenn es, wie im Fall der Fröhlich Sportsware GmbH, ohne vorherigen Testaufbau und ohne vorherige Schulung vonstatten geht. Der dafür maßgebende Faktor für die Akzeptanz ist die Benutzerfreundlichkeit. Durch eine intuitive Herangehensweise muss sich für einen Anwender relativ schnell eine logische und zur Aufgabe passende Bedienung erschließen lassen. Für IP - Telefone bedeutet dies exemplarisch, dass sie sich in der Bedienung nicht wesentlich von herkömmlichen Telefonen und Handys unterscheiden dürfen. Umstellungsprobleme müssen sich darüber hinaus so gering wie möglich halten.

Eine sehr abweichende Bedienung schreckt die Anwender stattdessen zurück und alle weiteren Eindrücke würden dann unter diesem negativen Aspekt wahrgenommen werden. Eine leichte Bedienbarkeit ist demnach eine Grundvoraussetzung, die durch die VoIP - Features und die neue Technologie nicht verkompliziert werden darf.

Ist die Benutzerfreundlichkeit erfüllt, muss die Umgebung im Verlauf der weiteren Nutzung eine ähnliche Verlässlichkeit und Sprachqualität wie das alte System unter Beweis stellen. Vor allem in der Anfangszeit, in der die Mitarbeiter einen besonderen Spieltrieb mit den neuen Geräten an den Tag legen, sollte auf die Sprachqualität geachtet und eventuelle Probleme dokumentiert werden. Dies

ist besonders für die vereinbarte Abnahmefrist von zwei Wochen ohne nennenswerte Mängel wichtig. Hier zeigt sich, ob die VoIP - Readiness - Analyse ausreichend gut eingeschätzt wurde und ob die Projekt - Analyse angemessen durchgeführt wurde. Steht der Quality of Service der alten Anlage in nichts nach, so wird Voice over IP im Unternehmen vollends akzeptiert.

Für die beiden Mitarbeiter im Callcenter ergibt sich zudem mit der CTI ein sehr komfortabler Mehrwert. Ihnen fällt es demnach noch leichter die neue Umgebung, im Vergleich zum vorherigen, provisorischen Callcenter, zu akzeptieren.

6.1.2 Intangibler Nutzen

Der intangible Nutzen beschreibt einen Nutzen, der nicht wirtschaftlich messbar ist und folglich nicht in Geld bewertet werden kann. Er wird in Unternehmen häufig unterschätzt, kann aber durchaus strategische Vorteile oder Differenzierungsmerkmale gegenüber Konkurrenten einbringen. Strukturiert wird der intangible Nutzen nach seiner Innen - und Außenwirkung.

Innen - Wirkung

In erster Linie profitieren die Mitarbeiter der Fröhlich Sportsware GmbH von der neuen VoIP - Umgebung. Es gibt keinen Zweifel daran, dass nicht alle Mitarbeiter in gleichem Maße profitieren. Der Eine oder Andere ist vielleicht weniger Technik - begeistert oder hegt eine generelle Antipathie gegen Telefone. Nichts desto trotz lassen sich allgemeine Muster aufdecken die für einen Großteil der Belegschaft zutreffen.

Die Mitarbeiter können beispielsweise Stolz auf das Unternehmen empfinden, dass mit einer aktuellen Technologie fortschrittlich bleibt und stets versucht den Mitarbeitern ein angenehmes Arbeiten zu ermöglichen. Aus der vermeintlich teuren Anschaffung eines kompletten Systems lässt sich weiterhin auf eine wirt-

schaftlich solide Firma schließen und damit subjektiv auch auf eine Arbeitsplatz - Sicherheit für das Personal. Dieser Faktor spielt in der heutigen Wirtschaft für viele Menschen eine herausragende Rolle. Umso wichtiger ist es, diese mit Worten und Taten zu unterstreichen, um die Mitarbeiter zusätzlich zu motivieren.

In der Praxis immer wieder sehr schön zu beobachten ist der Spieltrieb, den die Mitarbeiter anfangs im Umgang mit den nagelneuen Telefonen an den Tag legen. Im spielerischen Umgang mit den neuen Geräte ergeben sich häufig wichtige „Aha - Effekte“, die den Mitarbeitern Unterschiede und Vorteile der neuen Umgebung aufzeigen. Vielfach werden Testanrufe unter Kollegen oder nach extern getätigt, um die Telefone und deren Funktionalität zu testen. Aus diesem Verhalten kann sich nach und nach eine erhöhte Kommunikationsbereitschaft sowie eine erhöhte Freude an Kommunikation ergeben, von der das Unternehmen langfristig profitiert. Insbesondere gilt dies für die beiden Agents im Callcenter, deren Support - Prozess grundlegend umgestaltet und vereinfacht wurde.

Für bestimmte Personen können gesonderte Potenziale aufgedeckt werden. Die neue Verantwortung des VoIP - Administrators sowie seine Sonderstellung lässt hoffen, dass er sich mit seinem neuen Wissen einbringt und frisch motiviert in seiner zusätzlichen Tätigkeit aufgeht, wodurch er eine unersetzliche Stütze für das Unternehmen wird. Selbiges ist auch bei Frau Meier an ihrem Heimarbeitsplatz zu hoffen. Das Arbeiten in häuslicher Umgebung, ohne den Draht zur Firma zu verlieren, kann für sie einen neuen Anreiz bedeuten. Die Implementierung einer separaten Lösung nur für sie unterstreicht ihre Wichtigkeit und gibt ihr das Gefühl von Sicherheit und Anerkennung.

Alle bisher genannten Punkte können die Mitarbeiter motivieren und die Mitarbeiter - Zufriedenheit erhöhen. Auch wenn viele der bisherigen Argumente zumeist zeitlich beschränkt auftreten, kann dennoch ein kleiner Anteil dauerhaft erhalten bleiben. Demgemäß ist eine Verbesserung des Arbeitsklimas und der Unternehmenskultur auf lange Sicht möglich.

Außenwirkung

Der wirklich wichtige und nachhaltige intangible Nutzen ergibt sich in der verbesserten Außenwirkung der VoIP - Infrastruktur. Angefangen von Mitarbeitern, die Kunden gegenüber die neue Technologie erwähnen, bis hin zum Geschäftsführer, der bei Meetings mit Geschäftspartner die verbesserte Erreichbarkeit durch die neue GSM - Integration vorführt, ergeben sich eine Vielzahl von werbenden Effekten gegenüber wichtigen Einflussfaktoren auf die Firma. Hinzu kommt der professionelle Eindruck, den der Ebay - Support nun, dank der optimierten Abläufe und der Sprachmenüs, hinterlässt.

Für viele Kunden und Geschäftspartner ist das Telefon oftmals das einzige Kontaktmedium zu einer Firma. Umso essenzieller ist diese Werbung und der professionelle Eindruck einzuordnen. Die verbesserte Außenwirkung kann das Ansehen und den Ruf des Unternehmens in der Öffentlichkeit steigern. Mit Sicherheit wird es einen positiven Einfluss auf die abgegebenen Bewertungen in Ebay haben. Dies kann sich generell in einer verbesserten Bindung zu Kunden und Geschäftspartner auswirken, woraus sich wichtige Differenzierungsmerkmale und strategische Wettbewerbsvorteile gegenüber der Konkurrenz ergeben. Diese Effekte stellen sich, im Gegensatz zur Innenwirkung, nicht unmittelbar ein, sondern können erst mittel - und langfristig beobachtet werden.

Die hier aufgeführten Argumente zeigen sehr wohl, dass der intangible Nutzen Einfluss auf das Gesamtergebnis und die Konkurrenzfähigkeit eines Unternehmens haben kann, auch wenn dieser nur sehr schwer messbar ist. Auf Grund der vielen Abhängigkeiten dieser Effekte wird sie jedes Unternehmen in einer anderen Ausprägung und Intensität wahrnehmen. Voice over IP kann hier die intangiblen Nutzen aufzeigen und entscheidend verstärken.

6.2 Kosten - Analyse

Nach dem intangiblen Nutzen werden in diesem Kapitel tangible Nutzen aufgedeckt und bewertet. Diese beschreiben einen in Geld ausdrückbaren Nutzen und sind demnach mathematisch berechenbar. Der Fokus liegt in diesem Kapitel auf der wirtschaftlichen Betrachtung des Angebots durch die CONACTIVE sowie auf dem Vergleich zu Kennzahlen klassischer TK - Umgebungen. Zu diesem Zweck wurde bei der ortsansässigen Kappenberger + Braun GmbH & Co. KG⁷⁸, kurz K + B, ein alternatives Angebot eingeholt. Weiterhin wurde von K + B ein Angebot über eine komplette Elektroinstallation einer klassischen TK - Infrastruktur eingeholt, durch die der Vorteil der Konvergenz in Euros ausgedrückt werden soll.

In Kapitel 8.3 „Angebote“ Seite 108 ff und Kapitel 8.3 „Angebote“ Seite 112 ff liegen die Angebote der CONACTIVE GmbH & Co KG und der Kappenberger + Braun GmbH & Co. KG an die Fröhlich Sportsware GmbH vor und dienen für dieses Kapitel als Grundlage. Alle monetären Angaben sind als Nettowerte zu sehen.

6.2.1 Kennzahlen - Vergleich

Abbildung 13 fasst das Angebot der CONACTIVE in den Grundzügen zusammen. Die Standard - Ausbaustufe bezeichnet den vereinbarten Lieferumfang, der tatsächlich bei der Fröhlich Sportsware GmbH implementiert wurde. Die optionale DECT - Lösung erfüllt eine Anforderung an die zukünftige Erweiterbarkeit der VoIP - Anlage. Demnach würden die Mitarbeiter im Verkaufsraum durchwegs mit Mobilgeräten ausgerüstet, was für zusätzliche Beweglichkeit und Flexibilität sorgt. Diese ist auch in der maximalen Ausbaustufe enthalten, die zudem noch 10 professionell erstellte Ansage für das IVR enthält.

⁷⁸Firmen Webseite <http://www.k-b.de>

Art	Beschreibung	Preis Netto EUR
Hardware	VoIP-Server, Endgeräte inkl. Zubehör sowie Endian Firewall zum Fernwartungszugriff (Pos. 1.1 - 1.7)	7.660,70
Software	IVR-Modul und CTI (Pos. 2.1 - 2.2)	1.158,60
Dienstleistung	Konfiguration, Customizing, Implementierung, Schulungen, Update-Service fürs erste Jahr (Pos. 3.1 - 3.7)	2.005,00
Gesamt	Standard-Ausbaustufe	10.824,30
Optional	Aufpreis für eine komplette DECT-Funklösung mit zehn Mobilgeräten für den Shop, 1 Repeater zur Reichweitenerhöhung sowie der Dienstleistung (Alternativpositionen)	4.153,00
Optional	Anfertigung einer professionellen Ansage	je 75,00
Gesamt	Maximal-Ausbaustufe inkl. der DECT-Lösung und zehn Ansagen	15.727,30

Abbildung 13: Zusammenfassung des Angebots der CONACTIVE

Art	Beschreibung	Preis Netto EUR
Hardware	TK-Anlage, Endgeräte inkl. Zubehör (Anteil der Endgeräte bei 4.654,37 €) (Pos. 01.01 - 03.03)	7.408,12
Software	CTI-Applikation und Ansage vor Abfrage (Pos. 05.01 - 06.01)	3.569,92
Dienstleistung	Montage und Konfiguration	2.996,00
Gesamt	Gesamtsumme	13.974,04
Wartung	Wartung (5 Jahre) pro Jahr bei mtl. 93,78 €	1.125,36

Abbildung 14: Alternativangebot über eine proprietäre TK - Umgebung

Das Alternativangebot in Abbildung 14 über die klassische TK - Umgebung bietet den gleichen Umfang, beinhaltet aber eine Reihe von technischen Beschränkungen. Die gravierendste Einschränkung ist die fehlende Anbindung des Heimarbeitsplatzes sowie der nicht vorhandene Fernwartungszugang. Darüber hinaus kann ein IVR - Modul lediglich drei Ansagen vor einer Abfrage handhaben. Die resultierende, komplexere Konfiguration erlaubt es nicht n - stufige Sprachmenüs zu entwerfen oder die benötigte Zeitsteuerung zu realisieren.

Die wohl am häufigsten genannten Kriterien zur wirtschaftlichen Bewertung sind die Kosten pro Nebenstelle sowie die Betrachtung der Anteil von Hardware, Software und Dienstleistung an den Gesamtkosten. Sie eignen sich am besten um Projekte unterschiedlicher Größenordnung und unterschiedlicher Technologien miteinander vergleichen zu können.

Positionen	Text	Berechnung (Preise in Netto EUR)
1.1 - 3.7	Komplettpreis der Standard-Ausbaustufe	10.824,30
	Anzahl der Nebenstellen	/ 24 Nebenstellen
	Kosten pro Nebenstelle in der Standard-Ausbaustufe	451,01
1.3 - 1.6	Endgeräte inkl. Zubehör	4367,70
	Anzahl der Nebenstellen	/ 24 Nebenstellen
	Endgeräte-Preis pro Nebenstelle	181,99
	Anteil der Kosten für die Endgeräte an den Gesamtkosten in Prozent (181,99 / 451,01) * 100 oder (10.824,30 / 4367,70) * 100	40,35 %

Abbildung 15: Wichtige Kennzahlen von Voice over IP

Die Kosten pro Nebenstelle definieren sich aus dem Quotienten der Gesamtkosten zur Anzahl der Nebenstellen. Das Ergebnis dient als Preisvergleich, der unabhängig von der Größe der Implementierung ist. Jeder VoIP - Implementierer kennt die Kosten pro Nebenstelle für seine Produkte bei einer Standard - Implementierung. Darum eignet sich diese Angabe besonders für einen Vergleich

zwischen Voice over IP - und klassischen TK - Anlagen, da sie einen grundlegenden Preisansatz widerspiegelt.

Die VoIP - Umgebung ist mit den Kosten pro Nebenstelle von EUR 451,01 im Vergleich zur klassischen Umgebung mit einem Wert von EUR 582,25 sehr gut positioniert. Generell bestätigt sich auch hier der Wert aus der Praxiserfahrung wonach proprietäre Lösungen stets über EUR 500,- pro Nebenstelle liegen. Lediglich bei prestige - trächtigen Projekten oder speziellen Einsteigerangeboten wird diese Grenze unterschritten. Voice over IP - Umgebungen unterschreiten diesen Wert in der Regel auch bei komplexeren Projekten. Haupt - Kostentreiber des Angebots von K + B sind ausschließlich die Positionen unter Software und Dienstleistung, siehe Abbildungen 13 und 14. Die CTI - Applikation ist um ca. 260 % teurer, die Kosten für das IVR - System sind um ca. 140 % höher und der Posten für die Dienstleistung kostet ca. 50 % mehr als die vergleichbaren Positionen des VoIP - Systems.

Auf Grund dieser Tatsache zeigen sich auch die durchwegs höheren Software - und Dienstleistungsanteile bei klassischen TK - Projekten. Die reinen Hardware - Anschaffungen unterscheiden sich in diesem Szenario bei beiden Technologien nur sehr wenig, häufig sind in der Praxis sogar die herkömmlichen Komponenten auf Grund des längeren Produktzykluses billiger. Dennoch können sie, vor allem im Bereich der Kleinunternehmen, die Anteile für Software und Dienstleistung nicht abdecken.

Die monatlichen Kosten für den ISDN - Anschluss sind für den monetären Vergleich nicht relevant, da sie bei beiden Technologien identisch sind und darüber hinaus schon im Unternehmen vorhanden sind.

Trotz der höheren Erstanschaffungskosten weist die klassische Telefonanlage mit maximal 56 Endgeräten (VoIP - Server maximal 40) eine bessere Skalierbarkeit auf. Würden die Kosten pro Nebenstelle bei maximaler Auslastung berechnet werden, so würde der Vorsprung der VoIP - Umgebung schrumpfen. Dennoch kann diese Tatsache die technischen Beschränkungen nicht aufwiegen. In den

folgenden Betrachtungen zeigt sich außerdem, dass zusätzlich zu den Anschaffungskosten noch gewichtigere Vorteile existieren.

6.2.2 CTI - Anwendung

Eine CTI - Anwendung ist ein hervorragendes Beispiel für die Usability von Voice over IP. Usability bezeichnet die nach der DIN EN ISO 9241 Teil 11 definierte Gebrauchstauglichkeit⁷⁹. Als Synonym wird gemeinhin auch der Begriff der Benutzerfreundlichkeit verwendet, obwohl dieser die gesamte Nutzungserfahrung bezeichnet und damit mehr den Gesamtzusammenhang charakterisiert.

Grundsätzlich ließen sich alle bisher genannten Mehrwerte von Voice over IP monetär bewerten, jedoch eignen sie sich bei Weitem nicht so gut zur Analyse wie die CTI. Diese bildet ein ausgezeichnetes Beispiel für Effizienz, einem der Grundpfeiler der Usability. Im Übrigen wurde noch nicht hinreichend erklärt wieso so viele Mitarbeiter mit dieser Software ausgestattet werden.

Die Besonderheit der CTI liegt in der Wahl aus allen Applikationen mittels eines Tastendrucks. Eine CTI eignet sich demnach vor allem für Mitarbeiter die häufig nach extern telefonieren und deren Kontakte in Outlook bzw. ähnlichen Systemen gespeichert sind oder alternativ, bei einer Online - Recherche, im Impressum einer Webseite zu finden sind. Dadurch integriert sich eine CTI nahtlos in die alltäglichen Büroabläufe und steigert die Effizienz der Telefonie.

Die Berechnung des monetären Vorteils orientiert sich an der Amortisationsrechnung der Quelle [Gne06] und beinhaltet lediglich den CTI - relevanten Part. Die Eingabe einer 10 - bis 15 stelligen Telefonnummer (inkl. Vorwahl) dauert im Schnitt, mit Kontrolle, etwa zehn Sekunden. Eine CTI braucht zur Anwahl (Markieren und Funktionstaste) etwa zwei Sekunden, weshalb eine Ersparnis von acht Sekunden zu verbuchen ist.

⁷⁹Siehe Wikipedia <http://de.wikipedia.org/wiki/Usability>

Weiterhin soll angenommen werden, dass jeder Mitarbeiter im Schnitt zehn ausgehende Gespräche pro Tag tätigt. Da die CTI in der Fröhlich Sportsware GmbH nur in den Büroräumen eingeführt wird und sich darunter auch die Vieltelefonierer aus Einkauf und Beschaffung sowie dem Callcenter befinden, ist diese Angabe durchaus realistisch. Die 14 Mitarbeiter arbeiten an 230 Tagen im Jahr und kassieren, aus Sicht des Unternehmers, einen durchschnittlichen Lohn von EUR 15,- pro Stunde. Die Abbildung 16 rechnet diese Annahmen mit gerundeten Zwischenwerten auf eine jährliche Gesamtersparnis von EUR 1069,50 hoch.

Art	Größe	Einheit
Einsparung durch eine CTI in Sekunden pro Gespräch	8	$\frac{\text{Sekunden}}{\text{Gespräch}}$
Gespräche je Mitarbeiter und Tag	10	$\frac{\text{Gespräche}}{\text{Tag} * \text{Mitarbeiter}}$
Anzahl der Mitarbeiter mit einer CTI	14	Mitarbeiter
Tägliche Einsparung in Minuten ($8 * 10 * 14$) / 60	18,6	$\frac{\text{Minuten}}{\text{Tag}}$
Arbeitstage pro Jahr	230	$\frac{\text{Tage}}{\text{Jahr}}$
Jährliche Einsparung in Stunden ($18,6 * 230$) / 60	71,3	$\frac{\text{Stunden}}{\text{Jahr}}$
Stundenlohn eines Mitarbeiters in Euro	15	$\frac{\text{Euro}}{\text{Stunde}}$
Jährliche Gesamteinsparung durch eine CTI in Euro ($71,3 * 15$)	1069,50	$\frac{\text{Euro}}{\text{Jahr}}$
Amortisationszeit bei 588,- € Anschaffungskosten ($588 / 1069,50$) * 365	200	Tage

Abbildung 16: Einsparungspotential durch die Nutzung einer CTI

Demnach haben sich die Anschaffungskosten für die CTI alleine, die sich auf EUR 588,- belaufen, nach etwas über einem halben Jahr amortisiert. Von da an trägt die CTI maßgeblich zur Amortisation der restlichen Komponenten bei. Die CTI ist demnach ein perfektes Beispiel dafür, wie mit Voice over IP eine Vereinfachung der Abläufe und damit ein erhebliches Einsparungspotential erreicht werden kann. Es ist deshalb kaum verwunderlich warum 14 Mitarbeiter mit einer Software zum schnelleren Wählen ausgestattet werden. Zudem verfügt die bei der Fröhlich Sportsware GmbH eingesetzte Professional - Version der Phone-

suite über eine Reihe weiterer Features, die zwar ungenutzt sind, aber in Zukunft noch weitere Mehrwerte ergeben können.

6.2.3 Wartungsverträge

Vor allem die langen und kostenintensiven Wartungsverträge von klassischen TK - Systemen belasten Kleinunternehmen stark. Laufzeiten von acht bis zehn Jahren für die Wartungsverträge sind üblich und orientieren sich an der Abschreibung von TK - Anlagen, die auf eine Nutzungsdauer von 10 Jahren ausgelegt ist⁸⁰. Die Laufzeit von fünf Jahren im Angebot von K + B bezeichnet die Mindestlaufzeit des Wartungsvertrages und stellt eine Ausnahme dar. Wird über diese fünf Jahre hinaus weiterer Support benötigt, ist er jährlich zu den gleichen Fixkosten zu entrichten.

Die hohen Kosten für diese Verträge ergeben sich aus dem gesteigerten Wartungsbedarf von klassischen Anlagen. Selbst für einfache Tätigkeiten, wie etwa dem Anlegen einer neuen Durchwahl für einen neuen Mitarbeiter, muss ein Service - Techniker anreisen und in den großen Schaltschränken mit vielen hundert Kabeln neue Verbindungen ziehen. Im Allgemeinen sowie im Angebot von K + B werden alle Positionen eines Angebots, mit Ausnahme der Dienstleistung, mit einem festen Prozentsatz zu den Wartungskosten hinzugefügt. Bei dem Angebot von K + B beträgt dieser ca. 0,85 % und beläuft sich in der Summe auf EUR 93,78 pro Monat oder EUR 1125,36 im Jahr. Durch die monatlichen oder jährlichen Fixkosten sowie durch wenige Anpassungs - oder Ausstiegsmöglichkeiten sind diese Verträge sehr unflexibel. Hinzu kommt, dass sie mit der Größe der Umgebung skalieren, also mit jedem neuen Endgerät steigen.

Voice over IP - Komponenten werden bei Abschreibungen nicht wie herkömmliche TK - Anlagen behandelt. Vielmehr werden sie, ähnlich wie Server, auf vier

⁸⁰Siehe Afa - Tabellen Punkt 6.13.1; z.B. auf <http://www.urbs.de/afa/change.htm?afa0.htm>

Jahre abgeschrieben ⁸¹, Endgeräte werden auf einen Zeitraum von acht Jahren abgeschrieben.

Für die Fröhlich Sportware GmbH wird kein Wartungsvertrag vereinbart, weder mit dem Hersteller noch mit der CONACTIVE. Einzig der zwingende Update - Vertrag für den VoIP - Server wird gegenüber dem Hersteller unterschrieben. Die jährlichen Fixkosten von EUR 75,- skalieren, im Vergleich zu klassischen Anlagen, nicht mit der Anzahl der Nebenstellen und bleiben somit, unabhängig von der Entwicklung der VoIP - Struktur, über den kompletten Nutzungszeitraum konstant. Größere Releasewechsel der Anlagen - Software sind nicht Bestandteil des Update - Vertrages und werden auf Wunsch gesondert durch den Hersteller durchgeführt, wofür die Vergütung des Zeitaufwands zu gängigen Stundenlöhnen abgerechnet wird. Eine neue Firmware ist keinesfalls verpflichtend, kann aber Problemlösungen oder neue Features enthalten. Herr Fröhlich hat dabei die alleinige Entscheidung und somit die volle Kostenkontrolle.

Das Fehlen eines Wartungsvertrages ist für VoIP - Umgebungen in der Größenordnung üblich und erklärt sich durch einen wesentlich geringeren Wartungsbedarf. Häufig anfallende Aufgaben an der TK - Struktur kann der eingewiesene Administrator selbst erledigen. Mitarbeiter - Umzüge beispielsweise erfordern zwecks der nomadischen Nutzung keinen Aufwand, ein neuer Mitarbeiter kann einfach per Webinterface angelegt werden. Dadurch hält sich der Bedarf an externen Dienstleistungen sehr in Grenzen und folglich ist ein Wartungsvertrag hier unangemessen. Wird dennoch ein Support durch die CONACTIVE benötigt, so wird dieser stundenweise mit einem Satz von EUR 90,- berechnet und kann über die Fernwartung zügig abgewickelt werden. Garantieleistungen sind davon natürlich ausgeschlossen. Eine solche bedarfsgerechte Bezahlung entspricht dem intermittierenden Charakter des Supports. Dadurch eventuell entstehende Zahlungsspitzen sind nicht zu erwarten.

⁸¹Diese Aussage wird in der Praxis so gehandhabt, ist aber mit Vorsicht zu betrachten. Viele Steuerberater betonen, dass eine genaue Einordnung von VoIP nicht vorhanden ist und die bisherige Abschreibung auf vier Jahre nur auf einer Auslegung der Gesetze beruht. Deshalb sollte im Bedarfsfall immer der Steuerberater kontaktiert werden, da nur er die aktuelle Gesetzeslage kennt.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass der Unternehmer Herr Fröhlich mit der neuen VoIP - Umgebung nicht mehr an lange und teure Wartungsverträge gebunden ist. Die jährliche Fixkosten belaufen sich auf gerade mal EUR 75,-. Supportleistungen sind um ein Vielfaches geringer als bei herkömmlichen Umgebungen wodurch zu erwarten ist, dass die EUR 1125,36 aus dem K + B - Angebot im Schnitt weit unterschritten werden. So kommen zu den billigeren Anschaffungskosten auch noch günstigere und flexiblere Kosten in der Instandhaltung als Pluspunkt hinzu. Und noch ein weiterer Vorteil ergibt sich aus der kurzen Abschreibungszeit: Durch die reduzierte Steuerlast kann der Unternehmer eine Gewinnmaximierung in der Bilanz anstreben. Neben einer verbesserten Position gegenüber Kreditoren können sich daraus Multiplikatoren für die Zukunft ergeben. Voice over IP kann demnach auch ohne die Einsparpotenziale und die Mehrwerte einen positive Rolle in der Bilanz spielen.

6.2.4 Konvergenz

In einer ganzheitlichen Betrachtung von Voice over IP muss auch die Beschaffung einer Infrastruktur eine Rolle spielen. Selbst dann wenn dieser Vorteil nicht auf alle Unternehmen zutrifft, da eine klassische Verkabelung, vor allem in kleineren Unternehmen, oftmals durch die angemieteten Räumlichkeiten bestimmt wird. Neubauten oder Erstverkabelungen können aber auch Kleinunternehmen treffen und eine Betrachtung ist allein auf Grund der Größenordnung lohnenswert.

In Abbildung 17 wird ein Angebot von K + B über eine komplette TK - Infrastruktur zusammengefasst⁸². Dieses stammt aus einer realen Ausschreibung in der gleichen Größenordnung und beinhaltet sämtlich Maßnahmen, um in einem Gebäude von 1200 qm eine herkömmliche Telefonie - Verkabelung zu installieren. Im Gegensatz zu den bisherigen Angeboten in dieser Arbeit ist es lediglich

⁸²Auf Grund des Umfangs ist das Angebot nicht im Anhang dieser Arbeit zu finden. Auf der beigelegten CD - ROM sind die entsprechenden Hinweise zu den enthaltenen Ordnern zu beachten.

als Richtwert zu sehen, der eine grobe Vorstellung von den anfallenden Kosten zulässt.

Position	Beschreibung	Preis Netto EUR
1.1	Datenverteiler und Einbauten	1.360,85
1.2	Patchpanel und Baugruppenträger	152,24
1.4	Anschlußdosen und Zubehör	2.583,84
1.5	Patch- und Anschlußkabel	xxx,xx
1.6	Tertiärverkabelung und Anschlüsse	4.290,12
1.7	Beschriftung, Dokumentation und Abnahme	1.095,40
1.8	Unvorhergesehene Arbeiten	408,00
1.9	Einrichten der Baustelle	228,60
2.1	Spannungsversorgung	271,94
2.2	Verlegesysteme	5.015,28
2.4	Brandschutz	153,80
	Gesamtsumme	15.560,07

Abbildung 17: Angebotsübersicht über eine klassische TK - Verkabelung

Die Gesamtkosten belaufen sich auf EUR 15.560,07. Die Instandhaltungs - und Erweiterungskosten werden nicht berücksichtigt. Sollte ein Unternehmen vor der Entscheidung über die Anschaffung einer Verkabelung stehen, ist das Votum für Voice over IP angesichts dieser Zahlen eindeutig. Somit stellt die Konvergenz, die in diesem Zusammenhang ausschließlich den Vorteil einer fehlenden, separaten Infrastruktur bezeichnet, das größte Einsparpotential von Voice over IP dar.

Die Anschaffung über EUR 15.560,07 fällt zu einem Großteil weg. Ein kleiner Anteil wird in der Praxis oftmals für den Ausbau und die Aufwertung der vorhandenen IT - Infrastruktur im Vorgriff auf die kommenden VoIP - Systeme verwendet. Beispielsweise für die Anschaffung schnellerer Netzwerkkomponenten oder diverser Extras wie etwa einer Firewall für den Fernwartungszugang. Um Missverständnissen vorzubeugen, ist es an dieser Stelle nochmal wichtig die folgende Tatsache herauszustellen: Jeder Arbeitsplatz benötigt für die Netzanbindung des Computers und des Telefons nur ein einzelnes Netzwerkkabel. Da dieses vor-

handen ist, müssen für die Telefone keine separaten Kabel verlegt werden. Jedes Telefon verfügt über zwei Netzwerkbuchsen und einem eingebauten Switch, so dass das Netzwerk für den Rechner über das Telefon durchgeschleift wird. Lediglich kurze Patchkabel (1 - 2 Meter) sind für die Verbindung des Computers mit dem Telefon nötig. Das Endgerät wird demnach einfach in die vorhandene Anbindung dazwischen gehängt.

Im Fall der Fröhlich Sportware GmbH waren auf Grund der sehr guten MOS - Wert im VoIP - Predeployment keinerlei Maßnahmen zur Erweiterung der vorhandenen Struktur nötig. Durch die eventuellen Aufwendungen muss Voice over IP anteilig an den Kosten für die IT - Infrastruktur beteiligt werden, wodurch diese im doppelten Nutzen schneller rentabel wird.

7 Fazit

Das Small Business bietet eine ideale Umgebung, um Voice over IP in einem fiktiven Szenario eines Unternehmens aus dem Tertiär - Sektor auf eine harte Bewährungsprobe zu stellen. Auf Grund der Größe und der Selbstständigkeit von Kleinunternehmen, kann die Technologie ganzheitlich und ohne störende Einflussfaktoren in einem Projekt eingeführt werden.

Der mit Voice over IP oftmals gleichgesetzte Begriff *Internettelefonie* ist in Unternehmen überraschenderweise weit weniger häufig anzutreffen als man gemeinhin vermutet. So wurde auch in diesem Projekt die VoIP - Technologie nur zur internen Kommunikation realisiert. Für die Fröhlich Sportware GmbH war dies die einzige Möglichkeit, um die im Unternehmen vorhandenen Strukturen und Sonderfälle abzudecken. Diese konnten mit den Mehrwerten, wie etwa der nomadischen Nutzung und der GSM - Integration, flexibel gelöst werden.

Neben dem intangiblen Nutzen konnte Voice over IP auch in der Kosten - Analyse bestehen. Dabei stellte sich die Technologie im Vergleich aussagekräftiger Angebote wirtschaftlich überaus attraktiv dar, so dass Voice over IP in Unternehmen nicht nur durch eine große Funktionalität sondern auch durch hervorragende Konditionen punkten kann. Die größten Einsparpotentiale wurden vor allem bei den flexiblen Wartungsverträgen und der Konvergenz aufgedeckt.

Voice over IP hat sich mit den hier vorgestellten Lösungen zu einer vollwertigen Telekommunikations - Alternative für Unternehmen entwickelt. Die Komplexität der Systeme konnte durch neue Standards wie SIP enorm reduziert werden. Frei verfügbar Open - Source - Systeme wie Asterisk fördern die ständig steigende Vielfalt professioneller VoIP - Produkte. So bleibt es nur eine Frage der Zeit bis sich Voice over IP auch im Unternehmen vom Trend zum Hype entwickelt und dem Privatmarkt nachzieht.

Literatur

- [Bad05] BADACH, Anatol: *Voice over IP - Die Technik: Grundlagen und Protokolle für Multimedia-Kommunikation*. 2. Ausgabe. München : Carl Hanser Verlag, 2005. – ISBN 3-446-40304-3
- [Gne06] GNEITING, Stefan: Gebremste Euphorie. In: *ProFirma* Mai 2006 (2006), May/May, S. 50–52
- [HRDV02] HEIN, Mathias ; REISNER, Michael ; DR. VOSS, Antje: *Voice over IP: Sprach-Daten-Konvergenz richtig nutzen*. Poing : Franzis' Verlag GmbH, 2002 (Professional Series). – ISBN 3-7723-6686-4
- [Inf05] FÜR SICHERHEIT IN DER INFORMATIONSTECHNIK, Bundesanzeiger: *Voice over IP: Sicher Umstellung der Sprachkommunikation auf IP-Technologie*. Köln : Bundesanzeiger Verlagsgesellschaft mbH, 2005. – ISBN 3-89817-539-1
- [Nöl05] NÖLLE, Jochen: *Voice over IP: Grundlagen, Protokolle, Migration*. 2. Ausgabe. Berlin : VDE Verlag GmbH, 2005. – ISBN 3-8007-2850-8
- [Rei07] REILÄNDER, Frank: Gefahren umfassend managen: Schwerpunkt VoIP. In: *Funkschau* 11/07 (2007), June, S. 10–13
- [ST] S. TANNENBAUM, Andrew: *Computernetzwerke*. 4. Auflage. Pearson Studium. – ISBN 3-8273-7046-9
- [Sti07] STIEL, Hadi: Auf allen Kanälen präsent: Schwerpunkt VoIP. In: *Funkschau* 11/07 (2007), June, S. 20–21
-

Internet - Quellen

In ungeordneter Reihenfolge:

http://de.wikipedia.org/wiki/Triple_Play
<http://www.etsi.org/>
<http://www.itu.int/>
<http://www.ietf.org/>
<http://de.wikipedia.org/wiki/Twisted-Pair-Kabel>
<http://de.wikipedia.org/wiki/Ethernet>
<http://de.wikipedia.org/wiki/TCP/IP-Referenzmodell>
<http://de.wikipedia.org/wiki/OSI-Modell>
<http://de.wikipedia.org/wiki/Basisanschluss>
<http://de.wikipedia.org/wiki/Prim%C3%A4rmultiplexanschluss>
http://de.wikipedia.org/wiki/Internet_Protocol
http://de.wikipedia.org/wiki/Transmission_Control_Protocol
http://de.wikipedia.org/wiki/User_Datagram_Protocol
http://de.wikipedia.org/wiki/Session_Initiation_Protocol
http://de.wikipedia.org/wiki/Real-Time_Transport_Protocol
http://www.snom.com/wiki/index.php/Web_Interface
http://de.wikipedia.org/wiki/Domain_Name_System
http://de.wikipedia.org/wiki/Transport_Layer_Security
<http://de.wikipedia.org/wiki/Service-Level-Agreement>
http://de.wikipedia.org/wiki/Vorwahl_032_%28Deutschland%29
http://de.wikipedia.org/wiki/Telephone_Number_Mapping
http://de.wikipedia.org/wiki/Road_Warrior
http://de.wikipedia.org/wiki/Computer_Telephony_Integration
<http://de.wikipedia.org/wiki/QOS>
http://de.wikipedia.org/wiki/Advanced_Encryption_Standard
<http://www.itu.int/rec/T-REC-P/en>
<http://www.prnewswire.co.uk/cgi/news/release?id=149723>
<http://www.bsi.de/literat/studien/VoIP/index.htm>

<http://www.openvpn.net>
<http://de.wikipedia.org/wiki/G.726>
<http://www.skype.com/>
<http://www.nero.com/sippstar/deu/index.html>
<http://www.c4b.de/>
http://de.wikipedia.org/wiki/Return_on_Investment
<http://dict.tu-chemnitz.de/>
http://ec.europa.eu/enterprise/enterprise_policy/sme_definition/sme_user_guide_de.pdf
http://ec.europa.eu/enterprise/enterprise_policy/sme_definition/index_de.htm
<http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=IP/03/652>
<http://de.wikipedia.org/wiki/Wirtschaftssektor>
<http://pages.ebay.de/powerseller/>
<http://www.conactive.de>
<http://www.ixiacom.com/products/ixvoice/>
http://de.wikipedia.org/wiki/Callcenter#Arten_und_Struktur
http://de.wikipedia.org/wiki/Call_Detail_Record
http://en.wikipedia.org/wiki/Busy_Hour_Call_Attempts
<http://www.astimax.de/>
<http://www.addix.net/>
<http://www.asterisk.org/>
<http://www.addix.net/index.php?id=11>
http://de.wikipedia.org/wiki/GNU_General_Public_License
<http://www.junghanns.net/en/home.html>
<http://www.snom.com>
<http://www.phonesuite.de>
http://www.astimax.de/index.php?id=10&backPID=10&tt_news=22
<http://www.snom.com/products.html>
<http://www.endian.it>
http://www.snom.com/download/man_snom360_de.pdf
<http://de.wikipedia.org/wiki/DTMF>
<http://www.snom.com/headsets0.html?&L=0>
<http://de.wikipedia.org/wiki/Kundenbeziehungsmanagement>

<http://www.astimax.de/fileadmin/pdf/Leistungsbeschreibung-Service-Vertrag.pdf>

<http://de.wikipedia.org/wiki/Ssh>

<http://www.k-b.de>

<http://www.urbs.de/afa/change.htm?afa0.htm>

<http://de.wikipedia.org/wiki/Usability>

8 Anhang

8.1 Protokoll SIP - Verbindung

Ein Protokoll einer kompletten SIP - Verbindung zwischen der internen Nebenstelle 815 (Zeile 4) des Herrn Max Mustermann und der Durchwahl 0 vom 4. April 2007. Die Telefonanlage stellt der Durchwahl 0 die komplette Rufnummer 0123456789 (Zeile 5) voran. Beide Nummern sind am VoIP - Server (IP - Adresse) 192.168.0.200 registriert und angemeldet. Das Telefon des Herrn Mustermann ist ein SNOM 360 mit der Firmware 6.5.8 (Zeile 11), kommuniziert wird über SIP 2.0 auf Basis von UDP auf Port 2051 (Zeile 3). Aufgenommen wurde das Protokoll auf dem Command Line Interface (CLI) einer Asterisk Telefonanlage mit dem Namen Astimax. Die Rufnummer 0 ist eine Rufgruppe, obwohl als User *phone* angegeben ist (Zeile 72). Anhand des User Agents *Astimax* (Zeile 75) wird jedoch die Anlage selbst angesprochen, ein Zeichen dafür, dass der Anruf Anlagen - intern auf mehrere Telefone weiter vermittelt wird. In den Parametern *CSeq* (z.B. Zeile 7, 74, 127 und 142) kann die Abbildung zur SIP - Verbindung in Kapitel 2 auf Seite 14 nachverfolgt werden.

```

1 Sip read:
2 INVITE sip:01234567890@192.168.0.200;user=phone SIP/2.0
3 Via: SIP/2.0/UDP 192.168.0.202:2051;branch=z9hG4bK-w4i14clnrfwg;rport
4 From: "Max Mustermann" <sip:815@192.168.0.200>;tag=68deenlsxh
5 To: <sip:01234567890@192.168.0.200;user=phone>
6 Call-ID: 3c30ea1ce57e-z6vi1j0c0pv9@snom360-000413231210
7 CSeq: 2 INVITE
8 Max-Forwards: 70
9 Contact: <sip:815@192.168.0.202:2051;line=kbq2n6ok>;flow-id=1
10 P-Key-Flags: resolution="31x13", keys="4"
11 User-Agent: snom360/6.5.8
12 Accept: application/sdp
13 Allow: INVITE, ACK, CANCEL, BYE, REFER, OPTIONS, NOTIFY, SUBSCRIBE, PRACK, MESSAGE, INFO
14 Allow-Events: talk, hold, refer
15 Supported: timer, 100rel, replaces, callerid
16 Session-Expires: 3600;refresher=uas
17 Min-SE: 90
18 Proxy-Authorization: Digest username="22", realm="astimax", nonce="349c44f8", uri="sip:01234567890@192.168.0.200;
19 user=phone", response="0d8b2a59290076960d9194285befe9fc", algorithm=md5
20 Content-Type: application/sdp
21 Content-Length: 472
22
23 v=0
24 o=root 1017928058 1017928058 IN IP4 192.168.0.202
25 s=call
26 c=IN IP4 192.168.0.202
27 t=0 0

```

```
28 m=audio 8176 RTP/AVP 0 8 9 2 3 18 4 101
29 a=crypto:1 AES_CM_128_HMAC_SHA1_32 inline :ghUStU/l4qu6RYKd6lSRKCnZP1ZqK7t+yjQzkc1M
30 a=rtpmap:0 pcmu/8000
31 a=rtpmap:8 pcma/8000
32 a=rtpmap:9 g722/8000
33 a=rtpmap:2 g726-32/8000
34 a=rtpmap:3 gsm/8000
35 a=rtpmap:18 g729/8000
36 a=rtpmap:4 g723/8000
37 a=rtpmap:101 telephone-event/8000
38 a=fmtp:101 0-16
39 a=ptime:20
40 a=encryption:optional
41 a=sendrecv
42
43 19 headers, 19 lines
44 Using latest request as basis request
45 Sending to 192.168.0.202 : 2051 (non-NAT)
46 Found user '22'
47 Found RTP audio format 0
48 Found RTP audio format 8
49 Found RTP audio format 9
50 Found RTP audio format 2
51 Found RTP audio format 3
52 Found RTP audio format 18
53 Found RTP audio format 4
54 Found RTP audio format 101
55 Peer audio RTP is at port 192.168.0.202:8176
56 Peer video RTP is at port 192.168.0.202:65535
57 Found description format pcmu
58 Found description format pcma
59 Found description format g722
60 Found description format g726-32
61 Found description format gsm
62 Found description format g729
63 Found description format g723
64 Found description format telephone-event
65 Capabilities: us - 0xc040e (gsm|ulaw|alaw|ilbc|h261|h263), peer - audio=0x11f (g723|gsm|ulaw|alaw|g726|g729)
66 /video=0x0 (nothing), combined - 0xe (gsm|ulaw|alaw)
67 Non-codec capabilities: us - 0x1 (telephone-event), peer - 0x1 (telephone-event), combined - 0x1 (telephone-event)
68 Looking for 01234567890 in out
69 list_route: hop: <sip:815@192.168.0.202:2051;line=kbq2n6ok>
70 Transmitting (no NAT):
71 SIP/2.0 100 Trying
72 Via: SIP/2.0/UDP 192.168.0.202:2051;branch=z9hG4bK-w4i14clnrfwg
73 From: "Max Mustermann" <sip:815@192.168.0.200>;tag=68deenlsxh
74 To: <sip:01234567890@192.168.0.200;user=phone>
75 Call-ID: 3c30ea1ce57e-z6vi1j0c0pv9@snom360-000413231210
76 CSeq: 2 INVITE
77 User-Agent: Astimax
78 Allow: INVITE, ACK, CANCEL, OPTIONS, BYE, REFER
79 Contact: <sip:01234567890@192.168.0.200>
80 Content-Length: 0
81
82
83 to 192.168.0.202:2051
84 We're at 192.168.0.200 port 9620
85 Video is at 192.168.0.200 port 8262
86 Answering with preferred capability 0x8 (alaw)
87 Answering with preferred capability 0x4 (ulaw)
88 Answering with preferred capability 0x2 (gsm)
89 Answering with preferred capability 0x400 (ilbc)
90 Answering with preferred capability 0x40000 (h261)
91 Answering with preferred capability 0x80000 (h263)
92 Answering with non-codec capability 0x1 (telephone-event)
```

```
93 Reliably Transmitting (no NAT):
94 SIP/2.0 200 OK
95 Via: SIP/2.0/UDP 192.168.0.202:2051;branch=z9hG4bK-w4i14clnrfwg
96 From: "Max Mustermann" <sip:815@192.168.0.200>;tag=68deenlsxh
97 To: <sip:01234567890@192.168.0.200;user=phone>;tag=as446af4eb
98 Call-ID: 3c30ea1ce57e-z6vi1j0c0pv9@snom360-000413231210
99 CSeq: 2 INVITE
100 User-Agent: Astimax
101 Allow: INVITE, ACK, CANCEL, OPTIONS, BYE, REFER
102 Contact: <sip:01234567890@192.168.0.200>
103 Content-Type: application/sdp
104 Content-Length: 286
105
106 v=0
107 o=root 25692 25692 IN IP4 192.168.0.200
108 s=session
109 c=IN IP4 192.168.0.200
110 t=0 0
111 m=audio 9620 RTP/AVP 8 0 3 97 101
112 a=rtpmap:8 PCMA/8000
113 a=rtpmap:0 PCMU/8000
114 a=rtpmap:3 GSM/8000
115 a=rtpmap:97 iLBC/8000
116 a=rtpmap:101 telephone-event/8000
117 a=fmtp:101 0-16
118 a=silenceSupp:off - - - -
119
120 to 192.168.0.202:2051
121 as-l*CLI>
122
123 Sip read:
124 ACK sip:01234567890@192.168.0.200 SIP/2.0
125 Via: SIP/2.0/UDP 192.168.0.202:2051;branch=z9hG4bK-mzze7wkrkv95;rport
126 From: "Max Mustermann" <sip:815@192.168.0.200>;tag=68deenlsxh
127 To: <sip:01234567890@192.168.0.200;user=phone>;tag=as446af4eb
128 Call-ID: 3c30ea1ce57e-z6vi1j0c0pv9@snom360-000413231210
129 CSeq: 2 ACK
130 Max-Forwards: 70
131 Contact: <sip:815@192.168.0.202:2051;line=kbq2n6ok>;flow-id=1
132 Content-Length: 0
133
134
135 9 headers , 0 lines
136 as-l*CLI>
137
138 Sip read:
139 BYE sip:01234567890@192.168.0.200 SIP/2.0
140 Via: SIP/2.0/UDP 192.168.0.202:2051;branch=z9hG4bK-0rauwta1vwpr;rport
141 From: "Max Mustermann" <sip:815@192.168.0.200>;tag=68deenlsxh
142 To: <sip:01234567890@192.168.0.200;user=phone>;tag=as446af4eb
143 Call-ID: 3c30ea1ce57e-z6vi1j0c0pv9@snom360-000413231210
144 CSeq: 3 BYE
145 Max-Forwards: 70
146 Contact: <sip:815@192.168.0.202:2051;line=kbq2n6ok>;flow-id=1
147 User-Agent: snom360/6.5.8
148 RTP-RxStat: Total_Rx_Pkts=951,Rx_Pkts=951,Rx_Pkts_Lost=0,Remote_Rx_Pkts_Lost=0
149 RTP-TxStat: Total_Tx_Pkts=995,Tx_Pkts=995,Remote_Tx_Pkts=0
150 Content-Length: 0
151
152
153 12 headers , 0 lines
154 Sending to 192.168.0.202 : 2051 (non-NAT)
155 Transmitting (no NAT):
156 SIP/2.0 200 OK
157 Via: SIP/2.0/UDP 192.168.0.202:2051;branch=z9hG4bK-0rauwta1vwpr
```

```
158 From: "Max Mustermann" <sip:815@192.168.0.200>;tag=68deenlsxh
159 To: <sip:01234567890@192.168.0.200;user=phone>;tag=as446af4eb
160 Call-ID: 3c30ea1ce57e-z6vilj0c0pv9@snom360-000413231210
161 CSeq: 3 BYE
162 User-Agent: Astimax
163 Allow: INVITE, ACK, CANCEL, OPTIONS, BYE, REFER
164 Contact: <sip:01234567890@192.168.0.200>
165 Content-Length: 0
166
167
168 to 192.168.0.202:2051
169 Destroying call '3c30ea1ce57e-z6vilj0c0pv9@snom360-000413231210'
170 11 headers, 0 lines
171 Reliably Transmitting:
172 OPTIONS sip:815@192.168.0.202:2051;line=kbq2n6ok SIP/2.0
173 Via: SIP/2.0/UDP 192.168.0.200:5060;branch=z9hG4bK5a2b6615
174 From: "CID_withheld" <sip:CID_withheld@192.168.0.200>;tag=as04fe5457
175 To: <sip:815@192.168.0.202:2051;line=kbq2n6ok>
176 Contact: <sip:CID_withheld@192.168.0.200>
177 Call-ID: 3262ff7a76954ca60cefc2a877d5287d@192.168.0.200
178 CSeq: 102 OPTIONS
179 User-Agent: Astimax
180 Date: Wed, 04 Apr 2007 13:18:38 GMT
181 Allow: INVITE, ACK, CANCEL, OPTIONS, BYE, REFER
182 Content-Length: 0
183 as-l*CLI>
184 (no NAT) to 192.168.0.202:2051
185 as-l*CLI>
186
187 Sip read:
188 SIP/2.0 200 OK
189 Via: SIP/2.0/UDP 192.168.0.200:5060;branch=z9hG4bK5a2b6615
190 From: "CID_withheld" <sip:CID_withheld@192.168.0.200>;tag=as04fe5457
191 To: <sip:815@192.168.0.202:2051;line=kbq2n6ok>
192 Call-ID: 3262ff7a76954ca60cefc2a877d5287d@192.168.0.200
193 CSeq: 102 OPTIONS
194 Contact: <sip:815@192.168.0.202:2051;line=kbq2n6ok>;flow-id=1
195 User-Agent: snom360/6.5.8
196 Accept-Language: en
197 Accept: application/sdp
198 Allow: INVITE, ACK, CANCEL, BYE, REFER, OPTIONS, NOTIFY, SUBSCRIBE, PRACK, MESSAGE, INFO
199 Allow-Events: talk, hold, refer
200 Supported: timer, 100rel, replaces, callerid
201 Content-Length: 0
202
203
204 14 headers, 0 lines
205 Destroying call '3262ff7a76954ca60cefc2a877d5287d@192.168.0.200'
```

8.2 Screenshots

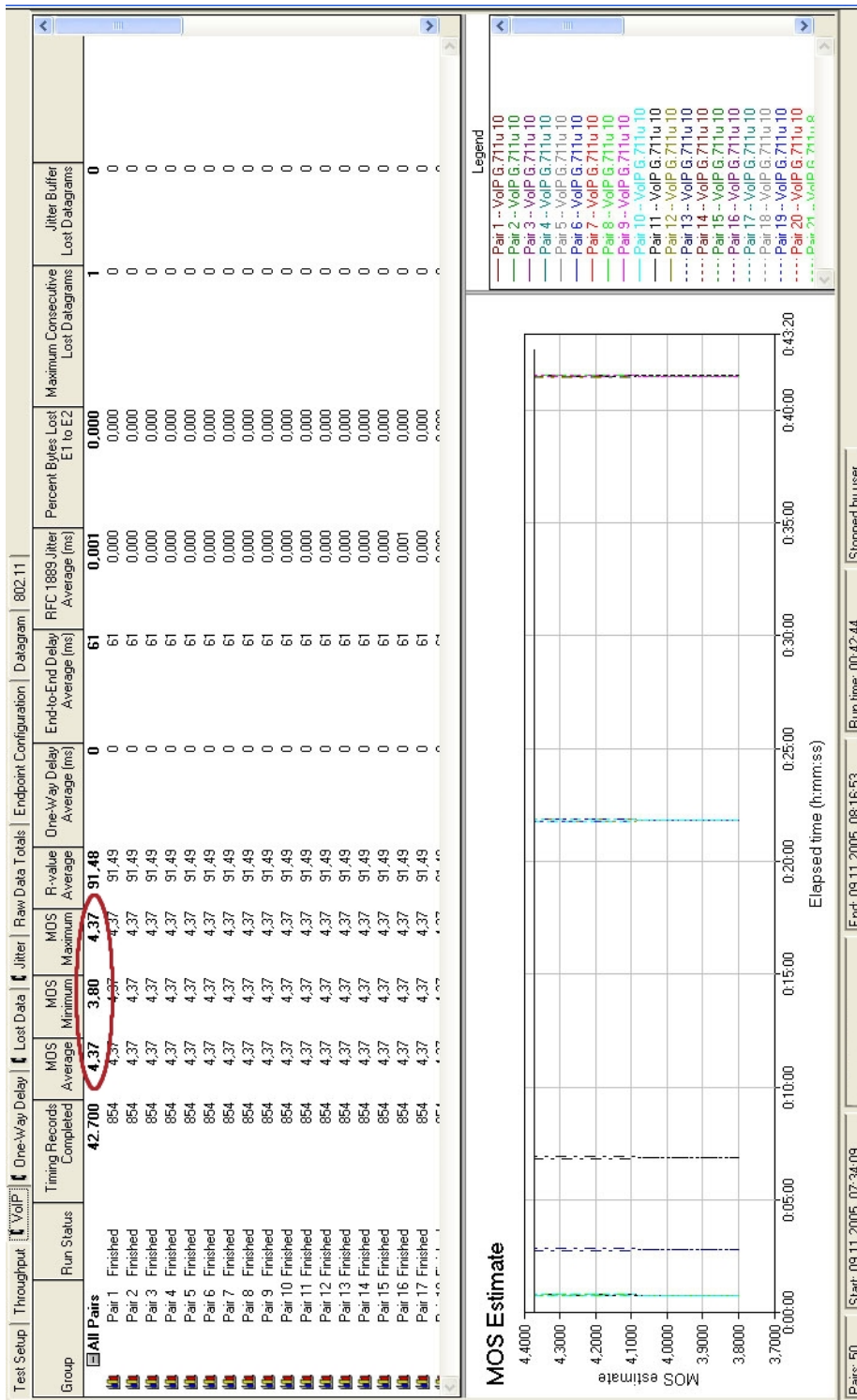


Abbildung 18: Programm zur Messung der Qualität von Netzwerken

Benutzer			
Rufnummer	<input type="text" value="400"/>	Name	<input type="text" value="Markus Froehlich Mail"/>
Rufnummernübertragung	<input type="text" value="Aus"/>	<input type="text" value="400"/>	
Mailbox	<input type="radio"/> Ein <input checked="" type="radio"/> Aus	Authentifizierung	<input type="text" value="Rufnr und PIN"/>
E-Mail			<input type="text"/>
Rechtgruppe	<input type="text" value="Keine"/>	Zugriff-Bereich	<input type="text" value="International"/>
Sprache			<input type="text" value="Deutsch"/>
Anschluss / Protokoll	<input type="text" value="SIP"/>	Anschluss-Nr	<input type="text"/>
DTMF-Modus			<input type="text" value="Rfc2833"/>
Benutzer hinter NAT-Gateway			<input type="text" value="Aus"/>
Interner Klingelton			<input type="text" value="Bellcore-dr3"/>
Erzwing ISDN Ruf	<input type="text" value="Aus"/>	Faxmodus	<input type="text" value="Aus"/>

Passwörter			
PIN	<input type="text" value="***"/>	Wiederholung	<input type="text" value="***"/>
SIP-Passwort	<input type="text" value="***"/>	Wiederholung	<input type="text" value="***"/>

Rufumleitung bei internen Anrufen			
Bereich			<input type="text" value="Intern"/>
Nach Zeit / CFNR	Sekunden <input type="text"/>	<input type="text" value="Aus"/>	<input type="text"/>
Bei Besetzt / CFBS		<input type="text" value="Aus"/>	<input type="text"/>
Sofort / CFU		<input type="text" value="Aus"/>	<input type="text"/>
Automatisch	IP <input type="text"/> . <input type="text"/> . <input type="text"/> . <input type="text"/>	<input type="text" value="Aus"/>	<input type="text"/>

Rufumleitung bei externen Anrufen			
Bereich			<input type="text" value="Intern"/>
Nach Zeit / CFNR	Sekunden <input type="text"/>	<input type="text" value="Aus"/>	<input type="text"/>
Bei Besetzt / CFBS		<input type="text" value="Aus"/>	<input type="text"/>
Sofort / CFU		<input type="text" value="Nummer"/>	<input type="text" value="*8840"/>
Automatisch	IP <input type="text"/> . <input type="text"/> . <input type="text"/> . <input type="text"/>	<input type="text" value="Aus"/>	<input type="text"/>

Abbildung 19: Konfiguration der Mailbox - Weiterleitung auf die Rufgruppen - Mailbox

Info zu Abb. 19: Das Kürzel *88 ist ein Anlage - eigener Code für die Mailbox. *8840 leitet demnach direkt auf die Mailbox der Rufgruppe 40 weiter.

Rufgruppe				
Rufnummer	<input type="text" value="40"/>	Name	<input type="text" value="Markus Froehlich"/>	
Mailbox	<input type="text" value="Ein"/>	E-Mail	<input type="text" value="markus.froehlich@web"/>	
Sprache			<input type="text" value="Deutsch"/>	
PIN	<input type="text" value="**"/>	Wiederholung	<input type="text" value="**"/>	

Rufumleitung bei internen Anrufen				
Bereich			<input type="text" value="National"/>	
Nach Zeit / CFNR	Sekunden <input type="text"/>		<input type="text" value="Aus"/>	<input type="text"/>
Bei Besetzt / CFBS			<input type="text" value="Aus"/>	<input type="text"/>
Sofort / CFU			<input type="text" value="Aus"/>	<input type="text"/>
Ohne Teilnehmer			<input type="text" value="Aus"/>	<input type="text"/>

Rufumleitung bei externen Anrufen				
Bereich			<input type="text" value="National"/>	
Nach Zeit / CFNR	Sekunden <input type="text" value="20"/>		<input type="text" value="Mailbox"/>	<input type="text"/>
Bei Besetzt / CFBS			<input type="text" value="Aus"/>	<input type="text"/>
Sofort / CFU			<input type="text" value="Aus"/>	<input type="text"/>
Ohne Teilnehmer			<input type="text" value="Aus"/>	<input type="text"/>

Klingelfolge		
Typ	<input type="text" value="Simultan"/>	Intervall-Zeitraum
		Sekunden <input type="text" value="15"/>

Optionen	
Simuliertes Klingeln	<input type="text" value="Ein"/>
Busy On Busy	<input type="text" value="Ein"/>

Angemeldet	Klingelfolge	Typ	Rufnummer	Name
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text" value="0"/>	intern	401	Markus Froehlich
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="text" value="0"/>	extern	403	Froehlich, Markus

Benutzer zuordnen »

Abbildung 20: Konfiguration einer Rufgruppe

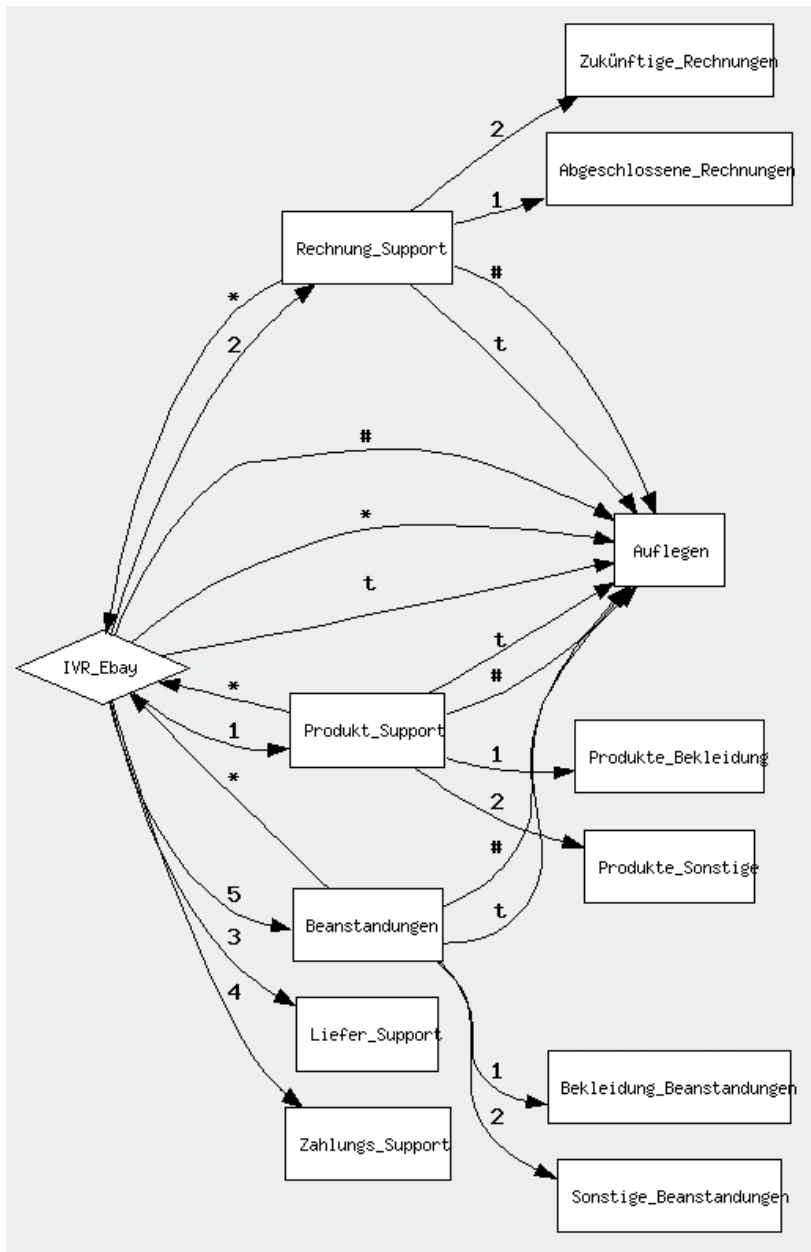


Abbildung 23: Aufbau des Ebay - Support - IVRs

Erklärung zu Abb. 23: Nach dem Rufaufbau landet man beim Startknoten *IVR_Ebay*. Die dortige Ansage erklärt die verfügbaren Optionen. Mit Drücken einer Taste von 1 bis 5 gelangt man in das entsprechende Untermenü. Die Tasten # und * sowie eine Zeitüberschreitung (t, 1800 Sekunden) führen zu einem Rufabbau. Im Menü *Produkt_Support* gelangt man mit der Stern - Taste wieder zurück zum Hauptmenü, mit 1 oder 2 wird der Rufaufbau zum entsprechenden

Mitarbeiter gestartet. Jeder Knoten, bis auf die Knoten ganz rechts, verfügen über eine eigene Ansage.

Knoten			
Name	IVR_Ebay		
Beschreibung	Startknoten des Ebay IVR		
Sprachausgabe	Datei		
Sprachwiedergabe	Aktuell: ivr7_node24_1_sek.gsm <input type="text"/> <input type="button" value="Durchsuchen..."/>		
Transitionen zu anderen Knoten			
DTMF 1	Produkt_Support	DTMF 2	Rechnung_Support
DTMF 3	Liefer_Support	DTMF 4	Zahlungs_Support
DTMF 5	Beanstandungen	DTMF 6	-
DTMF 7	-	DTMF 8	-
DTMF 9	-	DTMF 0	-
DTMF *	Auflegen	DTMF #	Auflegen
Ungültige Eingabe	-	Zeitüberschreitung	Auflegen
<input type="button" value="« abbrechen"/> <input type="button" value="zurücksetzen"/> <input type="button" value="löschen"/> <input type="button" value="speichern »"/>			

Abbildung 24: Konfiguration des Startknoten *IVR_Ebay*

Knoten			
Name	Zahlungs_Support		
Beschreibung	Fragen zu Zahlungen (Schneider)		
Sprachausgabe	Keine		
Sprachwiedergabe	<input type="text"/> <input type="button" value="Durchsuchen..."/>		
Transitionen zu anderen Knoten			
Rufnummer	Interne Rufnummer(n)	92	
Nach Zeit / CFNR	-	Sekunden	<input type="text"/>
Bei Besetzt / CFBS	-	Problem	-
<input type="button" value="« abbrechen"/> <input type="button" value="zurücksetzen"/> <input type="button" value="löschen"/> <input type="button" value="speichern »"/>			

Abbildung 25: Rufaufbau zur Rechnungs - Hotline von Frau Schneider

Erklärung zu Abb. 26: Der Knoten *Zeitabfrage* enthält die Zeitabfrage ohne Ansage. Sobald der Anruf innerhalb der Arbeitszeit von Frau Schneider eintrifft, wird er zum Knoten *Frau_Schneider* geleitet, der wiederum sofort einen Anruf zur entsprechenden Nebenstelle von Frau Schneider aufbaut.

IVR

Rufnummer

Name

Beschreibung

Maximale Nutzungsdauer

Wartezeit auf eine Eingabe

Wartezeit bei Zifferneingaben

Startknoten

Knoten

Knotentyp

Abbildung 26: Übersicht über den Aufbau der Zeitsteuerung

Knoten

Name

Beschreibung

Sprachausgabe

Sprachwiedergabe

Transitionen zu anderen Knoten

Montag	<input type="text" value="06"/>	<input type="text" value="00"/>	-	<input type="text" value="13"/>	<input type="text" value="00"/>	<input type="text" value="Frau_Schneider"/>
Dienstag	<input type="text" value="06"/>	<input type="text" value="00"/>	-	<input type="text" value="13"/>	<input type="text" value="00"/>	<input type="text" value="Frau_Schneider"/>
Mittwoch	<input type="text" value="06"/>	<input type="text" value="00"/>	-	<input type="text" value="13"/>	<input type="text" value="00"/>	<input type="text" value="Frau_Schneider"/>
Donnerstag	<input type="text" value="06"/>	<input type="text" value="00"/>	-	<input type="text" value="13"/>	<input type="text" value="00"/>	<input type="text" value="Frau_Schneider"/>
Freitag	<input type="text" value="06"/>	<input type="text" value="00"/>	-	<input type="text" value="13"/>	<input type="text" value="00"/>	<input type="text" value="Frau_Schneider"/>
Samstag	<input type="text" value="00"/>	<input type="text" value="00"/>	-	<input type="text" value="00"/>	<input type="text" value="00"/>	<input type="text" value="Auflegen"/>
Sonntag	<input type="text" value="00"/>	<input type="text" value="00"/>	-	<input type="text" value="00"/>	<input type="text" value="00"/>	<input type="text" value="Auflegen"/>

Transitionen zu anderen Knoten

Restliche Zeit

Abbildung 27: Konfiguration der Zeitabfrage

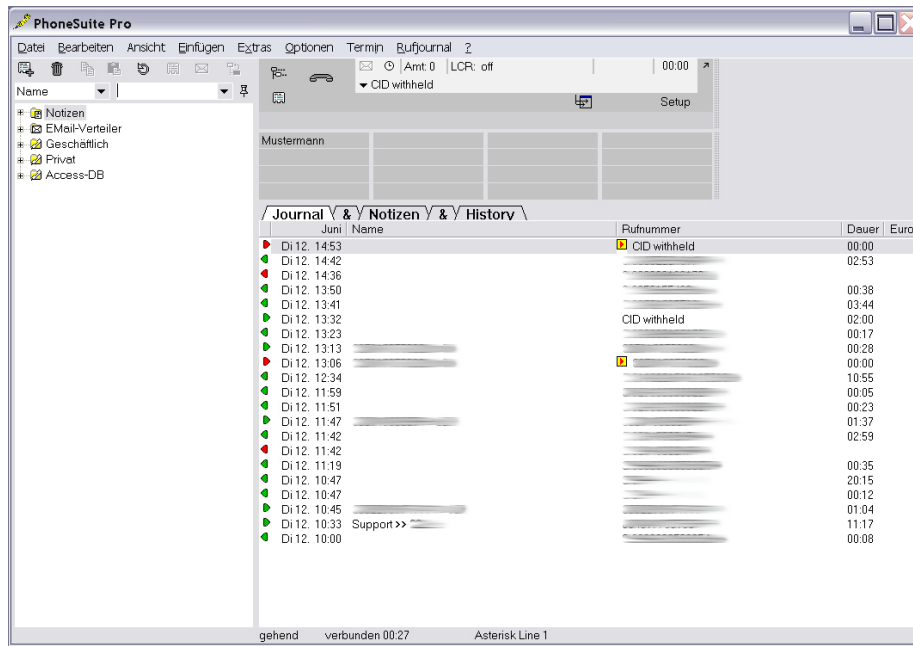


Abbildung 28: Screenshot der Phonesuite

8.3 Angebote


 CONACTIVE GmbH & Co KG
 Ulrichsberger Str. 17
 94469 Deggendorf
 GERMANY

 Fon: +49 991 371959-0
 Fax: +49 991 371959-10

 info@conactive.de
 http://www.conactive.de

 Ihr Zeichen Ihr Schreiben vom
 Fröhlich
 Unser Zeichen Datum
 Stefan Bauer 2007-05-18

 Seite: 1
 Kunden Nr.: 10492
 Lieferdatum: 18.05.2007

CONACTIVE GmbH & Co KG, Ulrichsberger Str. 17, 94469 Deggendorf

 Fröhlich Sportware GmbH
 Schlossallee 100

 99999 Musterdorf
 GERMANY


Angebot Nr. 109665

Unverbindliches Angebot über eine Astimax® VoIP-Komplettlösung.

Pos	Menge		Text	Einzelpreis EUR	Gesamtpreis EUR
1			=== Hardware ===		
1.1	1,00	Stück	VoIP TK-Anlage Astimax® AS-1 E Asterisk PBX ADDIX Version AS-1/E	1.650,00	1.650,00
1.2	1,00	Stück	QuadBri (4x S0) für Astimax®	600,00	600,00
1.3	1,00	Stück	LINKSYS VOIP SIP ATA-Adapter PAP2T 2 Schnittstellen (RJ-11) für analoge Telefone oder Faxgeräte mit zwei unabhängigen Rufnummern, 1 RJ-45 Buchse für 10Base-T Ethernet Netzwerkverbindung, Web-basierte Konfiguration über integrierten Webserver.	68,00	68,00
1.4	14,00	Stück	SNOM 360 IP-Telefon	215,00	3.010,00
1.5	1,00	Stück	Erweiterungstastenfeld für SNOM360	118,00	118,00
1.6	10,00	Stück	SNOM 300 IP-Telefon	112,00	1.120,00
1.7	3,00	Stück	SNOM Mono-Headset HS-MM2	39,90	119,70
A	1,00	Stück	Alternativposition CS100IP DECT-Basisstation Mit eingebauter Controllereinheit, Max. 35 DECT-Mobilgeräte als Einzellösung Bis zu 6 Funkrepeater zur Reichweitenerhöhung, 12 Gesprächswege, Funktions-Kontrollleuchte, Lieferung einschl. 230-Volt-Steckernetzteil.	1.298,00	(1.298,00)
A	1,00	Stück	Alternativposition CS100-RPT-IP Funkrepeater Funkrepeater zur Erweiterung/Vergrößerung der Funkzelle, 4 Gesprächswege, Lieferung einschließlich Steckernetzteil, keine Leitungsverbindungen zur Basisstation erforderlich.	425,00	(425,00)
A	10,00	Stück	Alternativposition DECT-Mobiltelefon CH 72 inkl. Akkumulator Handgerät der neuen Generation, sehr hohe Sprech- und Standby-Zeiten (16/150 Stunden), Graphikdisplay mit 36 Zeichen zum Empfang von Störmeldungen aus Fremdsystemen, optische Anruferkennung.	179,00	(1.790,00)
Zwischensumme					6.685,70



Pos	Menge	Text	Einzelpreis EUR	Gesamtpreis EUR
Übertrag				6.685,70
A	10,00	Stück Alternativposition Einzelladegerät für CH 72 und CH 74 Achtung: Steckernetzteil erforderlich!	24,00	(240,00)
A	10,00	Stück Alternativposition Steckernetzteil für Einzellader CH72-SN	13,00	(130,00)
1.8	1,00	Stück ENDIAN Firewall mini 250 MB RAM, 40GB Harddisk, 24 Monate Garantie. Für Fernwartungszugriff auf alle TK-Komponenten.	975,00	975,00
Summe : === Hardware ===				7.660,70
=== Software ===				
2.1	1,00	Stück Astimax® IVR-Modul Lizenz für AS-1 Systeme. Interactive Voice Response System (IVR) als Modul. Interaktives Sprachmenü, Auswahl über DTMF-Töne, flexibel und n-stufig nutzbar, inkl. Zeitsteuerung. Sprachdateien können im .wav Format eingespielt werden. Anpassungsaufwand je nach gewünschter Komplexität.	600,00	600,00
2.2	14,00	Stück PhoneSuite 2.1 Professional Arbeitsplatzlizenz CTI-Anwendung, Wahl aus allen Anwendungen, Integration in div. Anwendungen wie Outlook, ACT, Cobra etc. Dynamisches Least-Cost Routing, Anrufjournal, PopUP bei eingehenden und verpassten Anrufen etc.	39,90	558,60
Summe : === Software ===				1.158,60
=== Dienstleistung ===				
3.1	1,00	Stück Basiskonfiguration Astimax® AS-1 Admin-Interface für Call-Server AS-1	390,00	390,00
3.2	6,00	Stunde(n) Customizing Astimax® PBX Konfiguration der Schnittstellen (BRI / PRI), Anlegen SIP-Provider (VoIP ins WAN), Anlegen der Benutzer und Endgeräte, Basiskonfiguration der Voice-Mailbox. Konfiguration Astimax® IVR-Modul. Anmerkung: Umfang und Aufwand je nach Größe und Komplexität der Infrastruktur	90,00	540,00
3.3	25,00	Stück Konfiguration Endgeräte Einrichtung SNOM IP-Telefon, Registrierung an der Astimax TK-Anlage, Anpassung der Funktionstasten	19,00	475,00
3.4	4,00	Stunde(n) Implementierung VoIP Aufbau, Einbau und Integration der VoIP TK-Anlage inkl. Endgeräte.	75,00	300,00
A	1,00	Stück Alternativposition Aufzeichnung von Sprachfiles zur Ausgabe im IVR-Modul der Astimax. Beinhaltet Aufnahme, Bearbeitung, einspielen und testen in die Astimax VoIP TK-Anlage. Preis gilt für 1 Sprachfile. Preis	75,00	(75,00)
Zwischensumme				10.524,30



Pos	Menge	Text	Einzelpreis EUR	Gesamtpreis EUR
Übertrag				10.524,30
3.5	0,50	Stunde(n) je Sprachfile EUR 75,- .Bei einer Abnahmemenge von > 5 Sprachfiles, EUR 10,- Rabatt je Sprachfile.	90,00	45,00
3.6	2,00	Stunde(n) Administrationsschulung zur Konfiguration der Astimax® VoIP TK-Anlage.	90,00	180,00
3.7	1,00	Jahr(e) Anwenderschulung der Mitarbeiter.	75,00	75,00
A	3,00	Stunde(n) Update Service für Astimax® AS-1 Callserver Erhaltung der Updatefähigkeit für AS-1 Callserver innerhalb eines Versionsstandes (ohne Dienstleistung). Ein Major-Releasewechsel wird gesondert betrachtet und abgerechnet.	90,00	(270,00)
Alternativposition Anpassung und Implementierung der Multitone DECT-IP Unteranlage für 10 DECT-Endgeräte. Summe : === Dienstleistung === Kleinteile wie Patchkabel, Installationsmaterial etc. werden zusätzlich gesondert nach Aufwand abgerechnet. === Anmerkung: Alternativpositionen und deren Summen in Klammern wirken sich nicht auf die Gesamtsumme des Angebotes aus. Sie sind NICHT Bestandteil des Auftrages! ===				2.005,00
Gesamt Netto				10.824,30
zzgl. 19,00 % USt. auf			10.824,30	2.056,62
Gesamtbetrag				12.880,92

Es gelten unsere AGB für Geschäftskunden. Dieses Angebot versteht sich zuzüglich einer Aufwandsentschädigung für Spesen und Anfahrt (EUR 0,40 je gefahrener Km).

Der erste Schritt in Richtung VoIP sollte immer eine umfangreiche VoIP-Readinessanalyse sein. Hierbei werden mit Hilfe einer speziellen Software mehrere gleichzeitige VoIP-Verbindungen simuliert. Gerne unterbreiten wir Ihnen ein Angebot für Ihre persönliche VoIP-Readinessanalyse.

Schonen Sie Ihre Liquidität! Sie können das gesamte Projekt auch günstig über ein Leasing durch unsere Hausbank finanzieren. Fragen Sie uns!

Angebotsannahme durch Unterschrift und Rücksendung per Fax.

Ort, Datum, Unterschrift



K+B E-Tech GmbH & Co. KG - Postfach 13 64 - 93403 Cham

Firma

Fröhlich Sportsware GmbH

Musterdorf

K+B E-Tech GmbH & Co. KG93413 Cham Barbaraweg 2
Tel. 09971 393-0 Fax 09971 3300
Verwaltung - Lager - Produktion

Unsere Standorte finden Sie unter: www.k-b.de

K+B – expert Fachmarkt

94209 Regen Hofbauerstr. 15

Ansprechpartner:

E-Mail:

Tel-Nr.:

Fax-Nr.:

Ihr Zeichen

Ihre Nachricht vom

Unser Zeichen

Ort, Datum
Regen, 21.06.2007

Pos.-Nr.	Anz.	Bezeichnung	Einzelpreis EUR	Gesamtpreis EUR
----------	------	-------------	--------------------	--------------------

Telekommunikationsanlage

01.01	1	Siemens HiPath 3500 V7 für 19 Zoll-Rack mit UPS inkl. EVM Grundeinrichtung 2 S0 / 8 UP0/E / 4 a/b SW auf Multi Media Card 64/128 MB und Bediendoku auf CD zum Betrieb von:(bei Einfachbeschaltung der Schnittstellen) - max. 52 analoge und 8 digitale Teilnehmer - max. 56 digitale und 4 analoge Teilnehmer - max. 60 Amts-/Querltg. (analog / digital) - max. 1 digitaler S2-Amtsanschluß - max. 192 IP-Workpoints - cordlessfähig	Kaufpreis: 1.586,50 Wartung (5 Jahre) mtl.: 10,17	1.586,50 13,50
01.02	3	Abdeckblende für nichtbelegte Einbauplätze bei 19"-Systemen	Kaufpreis: 8,75 Wartung (5 Jahre) mtl.: 0,07	26,25 0,21
01.03	1	Digitale S0-Baugruppe, 4 S0 - zur Anschaltung von S0-Endgeräten, Amtsleitungen	Kaufpreis: 406,00	406,00

Seite - 2 -

Pos.-Nr.	Anz.	Bezeichnung	Einzelpreis EUR	Gesamtpreis EUR
			<i>Wartung (5 Jahre) mtl.:</i>	<i>3,48</i>
01.04	2	Digitale Teilnehmerbaugruppe, 8 UPO/E - zur Anschaltung von Optipoint 500 Endgeräten		
			<i>Kaufpreis:</i>	<i>367,50</i>
			<i>Wartung (5 Jahre) mtl.:</i>	<i>3,15</i>
				<i>735,00</i>
				<i>6,30</i>

Vermittlungsplatz Exklusiv

02.01	1	optiPoint 500 advance mangan - Display mit 2x24 Zeichen, Kontrast stufig einstellbar - Display mit Hintergrundbeleuchtung - USB 1.1 Anschluss - Vollduplex-Freisprechen - Hör-Sprechgarnituren-Anschluss (121 TR9-5) - 2 Adaptersteckplätze - Schnittstelle für max. 2 Beistellgeräte, - 19 Funktionstasten mit LED's - Dialog-Tasten - 2 Einstelltasten (+ -)		
--------------	----------	---	--	--



			<i>Kaufpreis:</i>	<i>200,00</i>
			<i>Wartung (5 Jahre) mtl.:</i>	<i>1,70</i>
02.02	1	optiPoint Beleglampenfeld mangan - 90 Funktionstasten mit LED		
			<i>Kaufpreis:</i>	<i>256,20</i>
			<i>Wartung (5 Jahre) mtl.:</i>	<i>2,20</i>

Seite - 3 -

Pos.-Nr.	Anz.	Bezeichnung	Einzelpreis EUR	Gesamtpreis EUR
----------	------	-------------	--------------------	--------------------

Digitale Nebenstellen Premium

03.01	13	<p>optiPoint 500 advance mangan</p> <ul style="list-style-type: none"> -Display mit 2x24 Zeichen, Kontrast stufig einstellbar -Display mit Hintergrundbeleuchtung - USB 1.1 Anschluss - Vollduplex-Freisprechen - Hör-Sprechgarnituren-Anschluss (121 TR9-5) - 2 Adaptersteckplätze - Schnittstelle für max. 2 Beistellgeräte, - 19 Funktionstasten mit LED's - Dialog-Tasten - 2 Einstelltasten (+ -) 		
--------------	-----------	---	--	--



<i>Kaufpreis:</i>	200,00	2.600,00
<i>Wartung (5 Jahre) mtl.:</i>	1,70	22,10

03.03	3	<p>Schnurloses Headset GN9120 für Akkustikadapter und GN1000 9120-48-11</p> <ul style="list-style-type: none"> - Midi-Boom mit geräuschfilterndem Mikrofon - bis zu 12 Stunden Gesprächszeit - austauschbarer Lithium-Ionen-Akku 		
--------------	----------	--	--	--

Seite - 4 -

Pos.-Nr.	Anz.	Bezeichnung	Einzelpreis EUR	Gesamtpreis EUR
----------	------	-------------	--------------------	--------------------



<i>Kaufpreis:</i>	299,39	898,17
<i>Wartung (5 Jahre) mtl.:</i>	2,57	7,71

Digitale Nebenstellen Basic

04.01	10	optiPoint 500 economy mangan - Display mit 2x24 Zeichen - Kontrast stufig einstellbar - Lauthören - 12 Funktionstasten mit LED's - Dialog-Tasten - 2 Einstelltasten (+ -)
-------	----	--



<i>Kaufpreis:</i>	70,00	700,00
<i>Wartung (5 Jahre) mtl.:</i>	0,60	6,00

Seite - 5 -

Pos.-Nr.	Anz.	Bezeichnung	Einzelpreis EUR	Gesamtpreis EUR
----------	------	-------------	--------------------	--------------------

CTI Applikation (Server bauseits)

05.01 1

CTI für 14 Teilnehmer (Servonic)

- CTI erweitert z.B. Ihr MS-Outlook und macht Ihren PC zu einem professionellen Arbeitsplatz

Auszug aus Leistungsmerkmalen:

- Anruferidentifikation über Outlook Kontakte (öffentliche und persönliche), Notes Datenbanken oder ODBC Datenquellen
- Zugriff auf LDAP-basierte Adressbücher
- Partnerleiste mit Kommunikationsstatus der Kollegen
- Partnerleiste mit Instant Messaging (Kurznachrichten senden an andere Teilnehmer)
- Partnerleiste mit Abwesenheitsnotiz
- Rückrufmöglichkeit direkt aus dem Telefonjournal
- Anzeige der unbeantworteten Anrufe (eingehend und ausgehend)
- Wahlwiederholung
- Anrufplanung und Wiedervorlage
- einfaches Telefonieren durch Wählhilfe (Hotkey)
- schnelles Auffinden von Kontakten und Nummern

Lieferung beinhaltet:

- 14 Lizenzen IXI-Call
- 14 Lizenzen IXI-Call CSTA TSP

Bauseitige Voraussetzungen:

- Funktionierendes Datennetz mit Mailsystem (z.B. Outlook) oder andere Datenbank mit allen Komponenten inkl. Server mit V24-Schnittstelle und zwingend Serversoftware
- Entfernung CTI-Server zum TK-System max. 5m.

Seite - 6 -

Pos.-Nr.	Anz.	Bezeichnung	Einzelpreis EUR	Gesamtpreis EUR
		- ClientPC`s mind. Windows 98 SE		



<i>Kaufpreis:</i>	2.130,72	2.130,72
<i>Wartung (5 Jahre) mtl.:</i>	18,26	18,26

Ansage vor Abfrage

06.01	4	Ansage vor dem Melden ADRA 2000 - Sprachansage Modul - Voice Announcer für 3 Ansagen - Anschluß über 2 a/b-Ports - Aufnahmezeit bis zu 9 Minuten	<i>Kaufpreis:</i> 359,80 <i>Wartung (5 Jahre) mtl.:</i> 3,08	1.439,20 12,32
-------	---	---	---	-------------------

Montage/Konfiguration

07.01	1	Einrichtungspauschale Die Einrichtungspauschale beinhaltet folgende Leistungen durch K+B: <ul style="list-style-type: none"> • Anfahrt • Montage der TK-Anlage ans bauseitige Leitungs/Datennetz (zwingend Sternverkabelung) und bauseitigen Hauptverteiler • Programmierung des TK-Systems nach bauseits bereitgestellter 		
-------	---	---	--	--

Pos.-Nr.	Anz.	Bezeichnung	Einzelpreis EUR	Gesamtpreis EUR
		<p>Kundenanforderung (Einrichtung Teilnehmer, Einrichtung Amtskopf, Einrichtung Berechtigungen, Einrichtung Anrufverteilung, Einrichtung Sammelschlüsse)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Montage der Optipoint 500 Endgeräte ans bauseitige Leitungs/Datennetz und bauseitige Anschlussdosen (vorzugsweise RJ45) mit Beschriftung der festgelegten Tasten über der alphanumerischen Tastatur. Einweisung in die Programmierung der Funktionstasten neben der alphanumerischen Tastatur an einem Gerät. • Inbetriebnahme der gelieferten Headsets • Konfiguration der CTI Software am bauseitigen Server mit einem Client ohne Eingriff in das bestehende Mailprogramm • Inbetriebnahme der Ansage vor Abfrage Einrichtung jedoch ohne Besprechen oder Bespielen • 2h Einweisung 		

Angebotsschnittstelle zur Einrichtungspauschale:

Ist ein bestehendes Leitungsnetz/Datennetz (Sternverkabelung) inkl. Dokumentation (mit allen Komponenten wie z.B. 19"-Schrank, Switch, Patchpanel, Patchkabel, Hard- und Software) mit Verteiler inkl. Leisten und Anschlußdosen, sowie ein geschalteter und funktionierender Amtszugang. Änderungen/Neuerungen am Leitungsnetz/Datennetz (z.B. Herausmessen von Leitungen, Verlegen von Leitungen, Bohrungen und Durchbrüche, Brandschutzmaßnahmen, Rangierungen, Steighilfen usw.) werden nach Aufwand von Zeit und Material/Maschinen abgerechnet, ebenso Änderungen/Neuerungen an bauseitigen Hard- und Softwarekomponenten.

Für bereits bauseitig vorhandenen Endeinrichtungen (sofern vom Kunden vor der Angebotserstellung bekanntgegeben) wie z.B. Türsprechstellen, PC-Fax-Einrichtungen, Faxgeräte, Anrufbeantworter, Router, usw. stellen wir die Hardwareschnittstelle zur Verfügung. Jedoch Konfigurationen von bereits bauseitig vorhandenen Endeinrichtungen sind nicht Bestandteil von unserem Angebot. Diese werden

Seite - 8 -

Pos.-Nr.	Anz.	Bezeichnung	Einzelpreis EUR	Gesamtpreis EUR
		auf Wunsch nach Aufwand von Zeit separat abgerechnet, und ggf. zusätzlich benötigtes Material.		
		Evtl. Anschlusspreise, Gebühren, Leistungen, ... der Deutschen Telekom oder anderen Providern werden durch diese ggf. bei Ihnen gesondert in Rechnung gestellt und sind nicht Bestandteil des Angebotes.		
		<u>Stundensätze für zusätzliche Leistungen:</u>		
		Systemtechniker: 79,80 Euro/Stunde		
		Verkabelungstechniker: 49,90 Euro/Stunde		
		<i>Montage:</i>	2.996,00	2.996,00
Gesamtsumme Kaufpreis:			10.978,04	EUR
Gesamtsumme Montage:			2.996,00	EUR
Gesamtsumme Wartung (5 Jahre) mtl.:			93,78	EUR

Den genannten Preisen ist die zum Liefer- und Leistungszeitpunkt gesetzlich gültige Mehrwertsteuer noch hinzuzufügen.

Erklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe; die aus fremden Quellen direkt oder indirekt übernommenen Gedanken sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit wurde nach meiner besten Kenntnis bisher in gleicher oder ähnlicher Form keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt und auch noch nicht veröffentlicht.

Hof, den

Unterschrift
