

**Technologische, organisatorische und
wirtschaftliche Konzeption für die
Sprach-Daten-Integration auf der Basis
von Voice over IP an der Technischen
Universität Ilmenau**

Projektarbeit

im Fachgebiet Telematik

in Zusammenarbeit mit dem Rechenzentrum der
Technischen Universität Ilmenau

Alexander Lutz

Studiengang Wirtschaftsingenieurwesen,
Vertiefungsrichtung Technische Informatik

Hochschullehrer: Prof. Dr. Dietrich Reschke

Betreuer: Dipl. Inf. Thorsten Strufe, FG Telematik

Dipl. Inf. Jörg Deutschmann, UniRZ

Ilmenau, November 2002

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	2
Abbildungsverzeichnis	4
Tabellenverzeichnis	4
Abkürzungsverzeichnis	5
1 Einleitung	6
1.1 Grundlegendes	6
1.2 Ziel der Arbeit	6
2 Technische Grundlagen	8
2.1 Konvergenz von Sprache und Daten	8
2.2 Einsatzvarianten von Voice over IP	11
2.3 Protokolle und VoIP-Komponenten	12
2.3.1 H.323	12
2.3.2 SIP	15
2.3.3 H.323 und SIP im Vergleich	18
3 Testsysteme und Erfahrungen	22
3.1 Testsystem der Siemens AG	22
3.2 Testsystem der DeTeWe AG	23
3.3 Testsystem der snom technology AG	23
3.3.1 Testszenarien	23
3.3.2 Netzkonfiguration	24
3.3.3 Registrierung der User	25
3.3.4 Konfiguration am Telefon	25
3.3.5 (Fern-) Konfiguration über Web-Interface	25
3.3.6 (Fern-) Konfiguration mittels Dateien	26
3.3.7 Gesamteindruck	26
3.4 Open-Source-Lösung „openH323“	27
3.4.1 Testszenarien	27
3.4.2 Ergebnisse unter Windows	28
3.4.3 Ergebnisse unter Linux	29
3.4.4 Gesamteindruck	29
4 Betrachtungen zur Wirtschaftlichkeit	30
4.1 Märkte	30
4.2 Sparpotentiale	31
4.2.1 Neubau	31
4.2.2 Verteilte Unternehmensstandorte	32

4.2.3	Ablauf von Wartungsverträgen / Veraltete Technik	33
4.2.4	Zusätzliche Wertsteigerungen	33
4.3	Prognosen.....	34
5	Empfehlungen zur Migration	36
5.1	Wege der Migration.....	36
5.1.1	Der Revolutionsansatz.....	36
5.1.2	Die sanfte Migration	37
5.2	VoIP an der TU-Ilmenau	37
5.2.1	Mögliche Einsatzgebiete von VoIP	37
5.2.2	VoIP in Lehre und Forschung	39
	Literaturverzeichnis.....	41

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: Prinzipielle Funktionsweise von Voice over IP.....	8
Abbildung 2-2: Empfehlung G.114 der ITU-T, Anforderungen an Sprachqualität.....	10
Abbildung 2-3: Varianten von Voice over IP	12
Abbildung 2-4: Der H.323 – Protokollstapel	13
Abbildung 2-5: Client/Server Interaktion zwischen User-Agents und Proxy-Server.....	17
Abbildung 2-6: Rufaufbau zwischen H.323-Terminals über einen Gatekeeper	20
Abbildung 2-7: Rufaufbau zwischen SIP-User Agents über einen Registrierungsserver/Proxyserver.....	20
Abbildung 3-1: Testszenario der snom-Teststellung.....	24
Abbildung 3-2: Verwendete und getestete Komponenten der OpenH323-Familie	27
Abbildung 4-1: Beispiel für VoIP-Verknüpfung von Unternehmensstandorten	33
Abbildung 4-2: Europamarkt für VoIP-Gateways, Prognose in Millionen US -Dollar	35
Abbildung 5-1: Praktische Einsatzfelder von VoIP an der TU-Ilmenau.....	38

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1: Zusammenfassung der Vor- und Nachteile von H.323 und SIP	19
Tabelle 3-1: Aufgaben des PC in der snom-Teststellung.....	24

Abkürzungsverzeichnis

A/D	Analog/Digital
ASN.1	Abstract Syntax Notation One
CLIP	Calling Line Identification Presentation
D/A	Digital/Analog
DHCP	Dynamic Host Configuration Protocol
DNS	Domain Name System
FoM	Forschungsgemeinschaft elektronische Medien
GUI	Graphical User Interface
http/HTTP	Hypertext Transfer Protocol
IETF	Internet Engineering Task Force
IP	Internet Protocol
ISDN	Integrated Services Digital Network
ITU	International Telecommunication Union
KHz	Kilohertz
LAN	Local Aerea Network
LCR	Least Cost Router
LIM	Line Interface Module
MAC	Media Access Control
MCU	Multi Point Control Unit
MIME	Multipurpose Internet Mail Extensions
MSISDN	Mobile Subscriber ISDN
NAT	Network Adress Translation
PBX	Private Branch Exchange
PSTN	Public Switched Telephone Network
RAS	Registration, Admission, Status
RFC	Request For Comments
RTCP	Realtime Transport Control Protocol
RTP	Realtime Transport Protocol
SIP	Session Initiation Protocol
SS7	Signalling System Number 7
TCP	Transmission Control Protocol
tftp	Trivial File Transfer Protocol
TK	Telekommunikation
UA	User Agent
UAC	User Agent Client
UAS	User Agent Server
UDP	User Datagram Protocol
VoIP	Voice over IP
VLAN	Virtual LAN
WAN	Wide Aerea Network

1 Einleitung

1.1 Grundlegendes

Bereits Anfang der Neunziger Jahre wurde an der Übertragung von Sprachdaten über IP-Netzwerke geforscht und erste zuverlässige Software entwickelt. So ermöglichte die Software *Phone Talk* bereits 1990 die Telefonie über lokale IP-Netzwerke.¹ Im Jahre 1995 präsentierte das Israelische Unternehmen VocalTec Communications Ltd. eine der ersten Lösungen für Sprachübertragung über das Internet.²

Seitdem vollzieht sich eine technische Entwicklung, die es inzwischen ermöglicht, über Datennetze Sprach- und Videokommunikation in unterschiedlicher Ausprägung zu führen. Die zwischenzeitlich hauptsächlich „Internettelefonie“ genannte Technik ist den Kinderschuhen inzwischen entwachsen und beginnt, nunmehr „Voice over IP“ (VoIP) genannt, sich als echte Alternative zur herkömmlichen Telefonie zu etablieren.

Die Zukunftsaussichten dieser Technologie werden teilweise als außerordentlich hoch eingeschätzt, verspricht man sich doch von der Zusammenführung der Daten- und Telefonnetze große Einsparungen bei Kosten und Administration. Die Konvergenz der reinen (Computer-)Daten und der Sprachdaten erfordert zuverlässige Technologien und Protokolle, um den gewohnten Anforderungen an beide Anwendungen gerecht zu werden. – So darf beispielsweise die gewohnte Geschwindigkeit für Datenübertragungen in einem Firmen- oder Universitätsnetz durch die zusätzliche Last der Sprachdaten nicht über Gebühr leiden. Gleichzeitig muss ein VoIP-System den jahrelang gewachsenen Anforderungen an ein zuverlässiges und nutzerfreundliches Telefonsystem gerecht werden.

1.2 Ziel der Arbeit

Die TU-Ilmenau beabsichtigt, an vereinzelten Standorten VoIP als Medium der Telekommunikation einzusetzen. Ziel dieser Arbeit soll es sein, dieses Vorhaben zu begleiten. Es soll eine Art Eignungsprüfung vorgenommen werden, aus deren Ergebnissen heraus man den Umfang und die Art der Umsetzung dieses Vorhabens ableiten kann.

Diese Eignungsprüfung wird in verschiedene Stufen gegliedert:

Zunächst werden verschiedene Basistechnologien vorgestellt und bewertet. Dazu gehören beispielsweise die potentiell verwendbaren Protokolle, zentrale Netzelemente (Server/Gateways etc.) und die möglichen Endgeräte (vgl. Abschnitt 2).

¹ vgl. Otto /Diplomarbeit/ S.12

² Siehe hierzu : <http://www.vocaltec.com>

Die Möglichkeiten des Einsatzes werden dann exemplarisch anhand verschiedener Praxis-Tests ausgebreitet (vgl. Abschnitt 3). Dabei werden verschiedene Szenarien getestet und evaluiert. Hierbei werden folgende Kriterien berücksichtigt und gegenübergestellt:

- verwendete Protokolle
- Herstellerspezifische Fakten (Praxistauglichkeit, Preis, Interoperabilität etc.)
- Open-source Lösungen oder Proprietäre Standards
- Ausprägungen der Endgeräte/Clients (IP-Tischtelefone oder sog. Soft-Clients)

Die Diskussion um die Einführung neuer Technologien ist nicht zu führen ohne entsprechende Betrachtung der wirtschaftlichen Auswirkungen. Dieser Tatsache soll Abschnitt 4 gerecht werden. Dazu werden allgemeine Betrachtungen der Wirtschaftlichkeit von VoIP-Systemen angestellt und die daraus resultierenden Entwicklungschancen gezeigt.

Abschließend werden in Abschnitt 5 anhand der gewonnenen Erkenntnisse Empfehlungen zur Migration aufgezeigt. Diese sollen zusammenfassend unter der Nennung technischer und sonstiger Kritikpunkte die Möglichkeiten einer angemessenen und wirtschaftlichen Einführung der VoIP-Technologie an der TU-Ilmenau aufzeigen.

2 Technische Grundlagen

2.1 Konvergenz von Sprache und Daten

Prinzip

Die prinzipielle Funktionsweise von VoIP ist bei allen Lösungen gleich und lässt sich in Abbildung 2-1 nachvollziehen. Die zunächst als analoges Signal vorliegende Sprache wird mit Hilfe eines Analog/Digital-Wandlers digitalisiert und anschließend komprimiert. Nach der Komprimierung erfolgt die Paketierung. Die Datenpakete mit den Sprachinformationen werden nun über ein beliebiges IP-Netz übertragen. Die Pakete erreichen den angegebenen Empfänger, werden dekomprimiert und auf entsprechender Hardware von digitalen Signalen in analoge gewandelt.

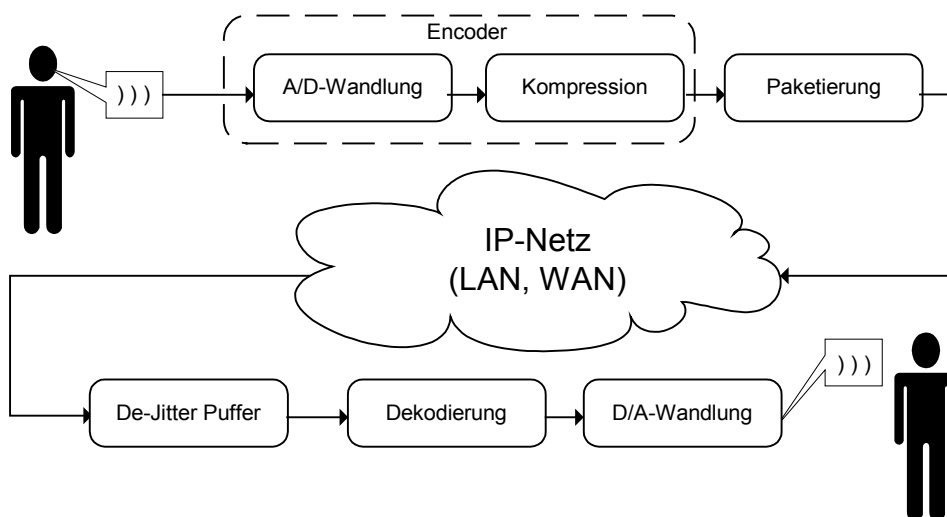


Abbildung 2-1: Prinzipielle Funktionsweise von Voice over IP

Dieser theoretische Ablauf klingt recht einfach und unproblematisch, jedoch treffen bei „IP“ und „Voice“ zwei Welten aufeinander:

Übertragung „reiner“ Daten

Die Datenübertragung über das Internetprotokoll (IP) erfolgt paketvermittelt (auch „packet switched“), d.h. die Gesamtheit der zu übertragenden Daten wird in viele Pakete aufgeteilt und diese einzeln versendet. Auf der Ebene des Transportprotokolls sorgen zwei Mechanismen dafür, dass diese Art der Datenübertragung zuverlässig funktioniert:

- In vermaschten IP-Netzwerken treffen Datenpakete unter Umständen in ungeordneter Reihenfolge beim Empfänger ein, da sie meist auf verschiedenen, nicht vor-

hersehbaren Wegen mit unterschiedlichen Laufzeiten zum Empfänger gelangt sind. So müssen die Pakete auf der Empfängerseite in die richtige Reihenfolge gebracht werden, damit die Informationen chronologisch an die entsprechende Anwendung weitergegeben werden können. Durch das Transmission Control Protocol (TCP) erfolgt eine entsprechende Nummerierung bereits beim Versenden der Pakete und wird dem Header des Paketes hinzugefügt. Diese Information wird auf der Empfängerseite ausgewertet und zur Sortierung genutzt.

- Zusätzlich sorgt das TCP dafür, dass verlorengegangene Datenpakete von der Empfängerseite erneut bei der sendenden Seite angefordert werden, damit die Daten vollständig vorliegen. Dies ist z.B. bei der Übertragung von Programmcode unerlässlich, weil hier durch wenige fehlende Daten die Gesamtheit der übertragenen Daten unbrauchbar würde.

Übertragung von Sprache

Für die Übertragung von Sprache gelten naturgemäß andere Anforderungen als für die Übermittlung reiner (Computer-)daten. Sprache muss, damit sie verständlich bleibt, zusammenhängend und gleichmäßig vom Sender zum Empfänger transportiert werden. Daher auch die klassische Technologie in der Telefonie, dass für ein Telefonat o.ä. den verbundenen Teilnehmern exklusiv eine dedizierte Leitung zur Verfügung gestellt wird, die über den Zeitraum der Verbindung hinweg ausschließlich von diesen (beiden) Teilnehmern genutzt werden kann. Diese Vorgehensweise der leitungsvermittelten Datenübertragung (auch „circuit switched“) bildet den Gegenpol zur oben beschriebenen Datenübertragung per IP.

Die Konvergenz

Bei der Übertragung von Sprache über die vorhandenen IP-Strukturen stößt man aufgrund der menschlichen Anforderungen an Sprache mit den oben beschriebenen Mechanismen schnell an Grenzen, die eine Verwendbarkeit von VoIP ausschließen.

Diese Grenzen werden abgesteckt durch zwei Faktoren, die man als technische Kompromisse hinnehmen muss. Diese zwei Faktoren sind Verzögerung und Paketverluste.

Eine Verzögerung der Sprachdaten lässt sich aus technischen Gründen nur minimieren, aber nicht gänzlich vermeiden. Allein durch verschiedene Vorgänge der Übertragung im Netz entstehen Verzögerungen, deren Summe sich auf die Praktikabilität der Telefonie über IP-Netzwerke negativ auswirken kann. Als weiterer wesentlicher Faktor ist der sog. „Jitter“ zu beachten. Dieses Phänomen entsteht aufgrund der unterschiedlichen Laufzeiten der Pakete. Wie bereits erwähnt, müssen Datenpakete auf der Empfängerseite in einem Puffer eine gewisse Zeit vorgehalten werden, um in die richtige Reihenfolge gebracht werden zu können. Dieses Vorhalten verursacht eine Verzögerung von bis zu 30ms. Wird der Vorhalte-Speicher (Jitter-Buffer) in seiner Größe reduziert, verringert das zwar die Laufzeit, allerdings kann der unerwünschte Effekt eintreten, dass die Sprache unverständlich wird, da keine Zeit vorgesehen ist, die richtige Paketreihenfolge herzustellen. (Im Gegensatz dazu kann es sein, dass der Speicher unnötig groß gewählt wird. Dies hätte einen vermeidbaren Anstieg der Laufzeit zur Fol-

ge.) Abhilfe für diese Problematik schaffen dynamische Jitter-Buffer, die ihre Größe der Notwendigkeit nach anpassen.

Auch Paketverluste lassen sich nicht gänzlich vermeiden. Der Kompromiss, den man hier eingeht, besteht darin, dass zum Transport der eigentlichen Sprachpakete i.d.R. das User Datagram Protocol (UDP) als Transportprotokoll verwendet wird. Dieses fordert im Gegensatz zu TCP verlustige Daten nicht erneut an. Bei der Übermittlung von Sprache würde dies auch nur wenig Sinn machen, da die nachträgliche Lieferung eines kleinen „Sprachfetzens“ die Verständlichkeit nicht erhöhen würde – im Gegenteil. Solange die Paketverluste gewisse Grenzen nicht überschreiten, ist der Mensch trotz vorhandener Aussetzer/Lücken in der Lage, den Gesamtzusammenhang erschließen zu können. Die Übermittlung der Information ist somit trotzdem gewährleistet. Sollten bei der Übertragung mehr als 5% der Pakete verloren gehen, so kann man von einer inakzeptablen Sprachqualität sprechen.

Gemäss der Empfehlung G.114 der ITU (International Telecommunication Union) für die Qualitätsanforderungen für Sprachübertragung wird die Sprachqualität inakzeptabel, sobald Verzögerung und/oder Paketverluste gewisse Grenzen überschreiten. (s. Abbildung 2-2)

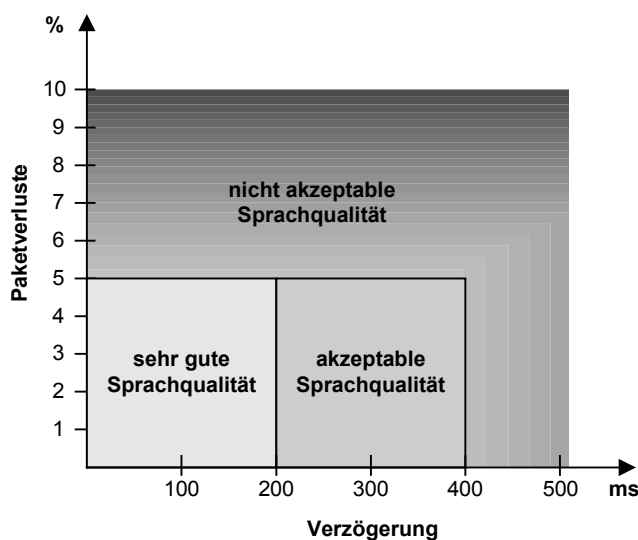


Abbildung 2-2: Empfehlung G.114 der ITU-T, Anforderungen an Sprachqualität³

Ziel des Einsatzes von Voice over IP ist es natürlich, möglichst die Zielbereiche „sehr gute“ bzw. „akzeptable“ Sprachqualität zu erreichen. Heutzutage kann man nicht gewährleisten, dass bei der Übertragung über das Internet keine Laufzeiten jenseits der 400ms entstehen. Aufgrund dieser Tatsache ist die ursprüngliche Anwendungs idee der „Internettelefonie“ aus dem Fokus gerückt. In LANs von Unternehmen, Behörden etc.

³ vgl. Epele /VoIP/ S.20ff

lassen sich Faktoren wie Laufzeiten und Paketverluste aber kontrollieren und modifizieren. Deshalb ist zunächst davon auszugehen, dass sich die tatsächliche Anwendbarkeit von VoIP auf LANs bzw. WANs beschränken wird.

Diesem Umstand zu Folge wird im Weiteren davon ausgegangen, dass VoIP in einem LAN / WAN zum Einsatz kommt und die oben beschriebenen technischen Grenzwerte garantiert eingehalten werden können. Zudem werden im Rahmen dieser Arbeit keine gesonderten Betrachtungen zur Absicherung von Verbindungsqualitäten (QoS – Quality of Service) angestellt; hierzu sei auf weiterführende Literatur verwiesen.⁴

2.2 Einsatzvarianten von Voice over IP

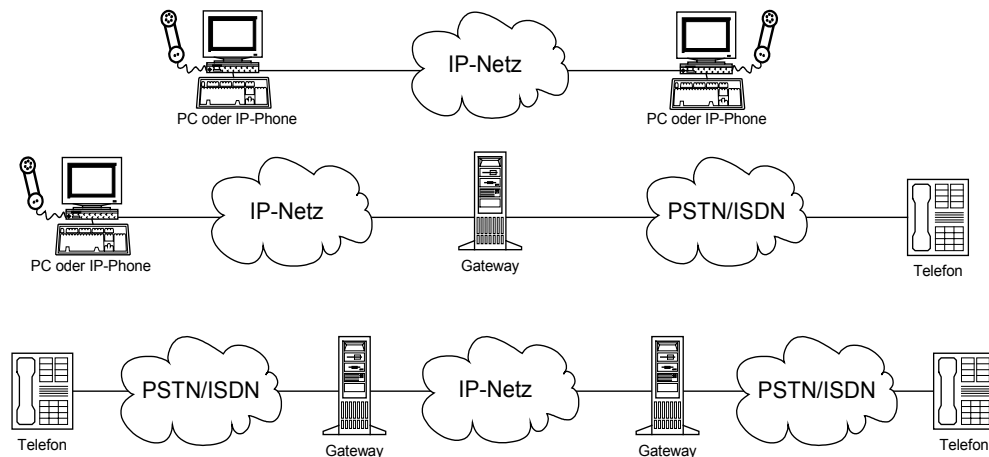
Man unterscheidet drei unterschiedliche Varianten des Voice over IP. Entscheidend hierbei ist letztendlich die Funktion und Anordnung des IP-Netzes.

Zunächst einmal kann das IP-Netz, meist in der Ausprägung eines leistungsfähigen Firmennetzes, das Bindeglied zwischen zwei IP-Endgeräten (PC mit Software, IP-Phone etc.) bilden.

Sobald neben der IP-Telefonie auch „klassische“ Telefonie zum Einsatz kommt, übernimmt das IP-Netz nur einen Teil der Übertragungsstrecke. Das Bindeglied zwischen IP-Netzen und TK-Netzen (z.B. ISDN/PSTN) bilden sog. Gateways, die so auch bestehende TK-Infrastrukturen um VoIP-Funktionalität erweitern können.

Die dritte Anwendung von IP-Netzen als Medium zum Sprachtransport ist die des Carrier Netzes. Es befindet sich zwischen zwei (oder mehr) Gateways und dient somit nur dazu, herkömmliche TK-Netze miteinander zu verbinden. Auch für dieses Szenario gibt es interessante Anwendungsfelder, beispielsweise können so bestehende TK-Netze von mehreren Standorten eines Unternehmens über firmeneigene WANs verknüpft werden. Somit kann zumindest bei der innerbetrieblichen Telefonie auf die Verwendung öffentlicher Netze verzichtet werden.

⁴ z.B. Detken /Echtzeitplattformen für das Internet/

Abbildung 2-3: Varianten von Voice over IP⁵

Auf die Bedeutung dieser verschiedenen Einsatzvarianten und ihrer Verknüpfung wird im Abschnitt 5.2 noch genauer eingegangen. Dort werden diese Möglichkeiten vor dem Hintergrund eines potentiellen Einsatzes an der TU Ilmenau beleuchtet.

2.3 Protokolle und VoIP-Komponenten

2.3.1 H.323

Dies ist die Nummer einer ITU-T-Recommendation und beschreibt mehrere (Unter-) Protokolle und Anforderungen. Die Entwicklung dieser Empfehlung wurde 1995 begonnen und diente dem Bereich des Videoconferencing. Als Ergebnis der Entwicklung wurde 1996 die erste Version veröffentlicht. Die derzeit aktuellste Veröffentlichung ist die der Version 4, die seit dem Jahr 2000 vorliegt⁶. In die marktüblichen VoIP-Geräte ist jedoch meist die Version 2 aus dem Jahre 1998 implementiert.⁷

2.3.1.1 Die H.323 Protokollfamilie

Umfang

Oftmals wird H.323 als Signalisierungsprotokoll bezeichnet. Wie bereits erwähnt umfasst die Empfehlung jedoch weit mehr, als ein reines Signalisierungsprotokoll. Vielmehr spricht man von einer Protokollfamilie oder einer Protokoll-Suite, da sie eine Vielzahl von Spezifikationen von Endgeräten, Codecs oder (Unter-)Protokollen enthält.

⁵ vgl. Kellerhoff /IP-Kommunikation/

⁶ vgl. Weiler /VoIP/

⁷ vgl. Moos /VoIP/ S. 401

Da das H.323-Protokoll meist im direkten Vergleich zum Signalisierungsprotokoll SIP (s. Abschnitt 2.3.2) genannt wird, sei es hier der Vergleichbarkeit halber als Signalisierungsprotokoll einsortiert.

Aufbau

Eine detaillierte Beschreibung der einzelnen Unter-Protokollen bzw. –Empfehlungen würde an dieser Stelle zu weit führen und ist ggf. weiterführender Literatur oder aktuellen Internetquellen zu entnehmen.⁸

Als zusammenfassende Übersicht der Gesamtheit des H.323-Protokollstapels diene an dieser Stelle die Abbildung 2-4.

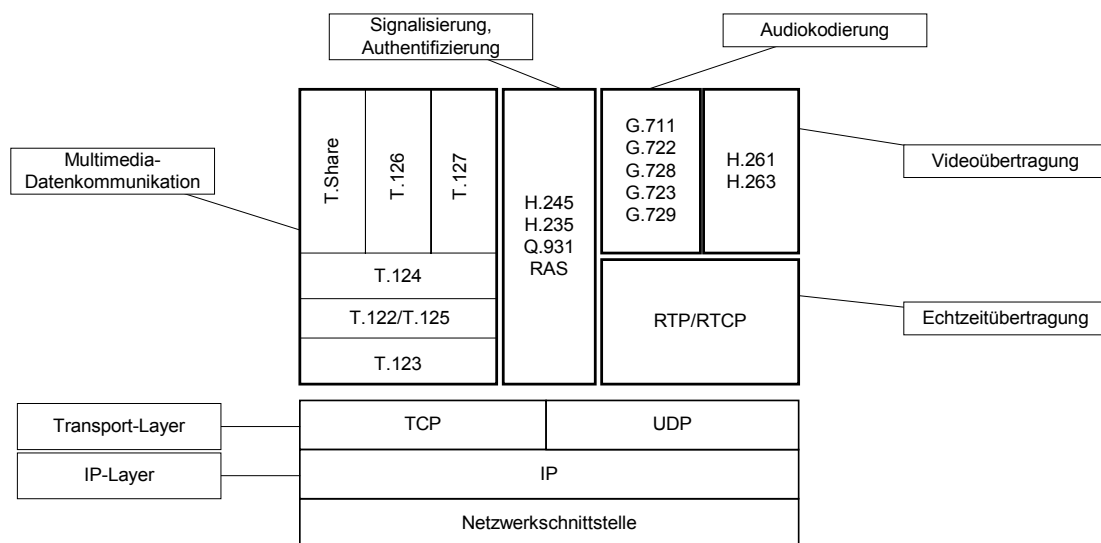


Abbildung 2-4: Der H.323 – Protokollstapel⁹

Im Wesentlichen teilt sich der H.323-Stack in folgende Komponenten:

- Die „G“-Standards der verwendbaren Audiocodecs
- Die T.120-Reihe, die der Multimedia-Datenkommunikation dient
- Die Beschreibung von Videoübertragung durch H.261 und H.263
- Dem Protokoll RTP zur Echtzeit-Datenübertragung („Nutzlast“) und dem dazugehörigen Kontrollprotokoll RTCP

und

- Den eigentlichen Signalisierungsprotokollen H.245, H.235, Q.931 und RAS

⁸ Detaillierte Angaben über zahlreiche Protokolle findet man beispielsweise unter: <http://www.packetizer.com>

⁹ vgl. Zehl /Wirtschaftlichkeit/

2.3.1.2 H.323 Komponenten

Der folgende Abschnitt beschreibt zusammenfassend die Hauptkomponenten und deren Funktionen in einem H.323-Umfeld.

Terminal

In einer H.323-Umgebung bezeichnet der Begriff „Terminal“ einen (multimedialen) Endpunkt zur Kommunikation. Ein H.323-Terminal ist also (in der VoIP-Welt) ein H.323-Telefon. Dieses kann hauptsächlich in zwei Ausprägungen erscheinen: Als Software auf einem PC (sog. „Softphones“ oder „Softclients“) oder als eigenständiges Tischgerät, dem sog. IP-Phone.¹⁰

Als bekannteste Ausprägung eines Softphones findet man heute die Microsoft-Anwendung „NetMeeting“, die für alle Windowsversionen ab Windows95 verfügbar ist.

Gateway

Gateways dienen der Verbindung von herkömmlichen Telefonnetzen und VoIP-Infrastrukturen. Damit leisten sie einen wesentlichen Beitrag zur Praktikabilität von VoIP-Technologie. Aufgrund der umfassenden Verbreitung herkömmlicher Telefonnetze ist eine sinnvolle Nutzung von VoIP nur gegeben, wenn über Gateways entsprechende Brücken zwischen VoIP- und Telefoniewelt geschlagen werden können.

Die Hauptfunktionen eines Gateways bestehen also darin, „Übersetzerdienste“ zwischen dem Telefonnetzwerk und dem IP-Netz zu leisten und den Auf- und Abbau der Sprachkanäle zwischen beiden Netzen zu verwalten.¹¹ Dabei übernimmt ein Gateway sowohl die Umsetzung der Sprachdaten, als auch die der unterschiedlichen Signalisierungen. So kann ein Gateway beispielsweise die Signalisierungen des in der Telefonwelt verbreiteten SS7-Standards auf entsprechende Signalisierung im IP-Netz umsetzen.

Gatekeeper

In H.323-Netzen kann es einen oder mehrere Gatekeeper geben. Der Einsatz von Gatekeepern ist optional, jedoch stellen sie innerhalb einer H.323-Umgebung das wichtigste Element dar¹². Gatekeeper verfolgen vielerlei Aufgaben, die im Folgenden kurz aufgezählt seien.

Ein Gatekeeper verwaltet die Kommunikationsbeziehungen (d.h. Rufauf- und Rufabbau) zwischen den H.323-Terminals, er registriert angemeldete Endgeräte mit ihren Rufnummern oder Aliasen und wandelt diese zu IP-Adressen bzw. Domainnamen.¹³

¹⁰ vgl. Moos /VoIP/ S.402 f

¹¹ vgl. Kenton, Chevallier /Ungereifte Technik/

¹² vgl. Moos /VoIP/ S.402

¹³ vgl. Köhler /VoIP/ S.157

Gatekeeper verwalten die Zugriffsrechte der Anwender, sorgen für optimale Verbindungsqualität durch Bandbreitenmanagement und sammeln Verbindungsdaten, die z.B. für Abrechnungszwecke genutzt werden können.

Kommen in einer VoIP-Infrastruktur mehrere Gatekeeper zum Einsatz, so ist der Verwaltungsbereich eines Gatekeepers als sog. „Zone“ definiert. Auch das Zonenmanagement wird durch die Gatekeeper übernommen.

Multi Point Control Unit (MCU)

Die Einrichtung einer MCU ist nur dann erforderlich, wenn Konferenzschaltungen erwünscht werden. Die MCU agiert im Netz wie ein H.323-Terminal, welches in der Lage ist, die Gespräche von mehreren Anrufern (Konferenzteilnehmern) entgegenzunehmen und zu halten. Je nach Hersteller können MCUs mehrere Konferenzen parallel realisieren.¹⁴

2.3.1.3 Zusatzdienste H.450.xx

Da der Ursprung der H.323 Rahmenempfehlung im Bereich der Videotelefonie/des Videoconferencing zu suchen ist, sind wichtige Zusatzdienste, die aus der herkömmlichen Telefonie bekannt sind, ursprünglich nicht realisiert worden.

Diesem Mangel schafft der optionale Substandard H.450 Abhilfe. Nach und nach werden verschiedene Zusatzdienste implementiert und verabschiedet, so dass bei der Anwendung von VoIP mittels H.323 nicht auf gewohnte Komfortfunktionen verzichtet werden muss, die sich bei der herkömmlichen Telefonie etabliert haben. So sind zwischen 1998 und 2001 zwölf Zusatzdienste wie Makeln, Anrufumleitung, Anklopfen, Namensanzeige und Rückruf mit den Empfehlungsnummern H.450.1 bis H.450.12 implementiert und verabschiedet worden.¹⁵

2.3.2 SIP

2.3.2.1 Herkunft/Historie

Im Gegensatz zu H.323 kommt SIP aus dem Internet-Umfeld und wird von der Internet Engineering Task Force (IETF) entwickelt und veröffentlicht.¹⁶ Im März des Jahres 1999 veröffentlichte die IETF den RFC2543¹⁷ im Status „Proposed Standard“.

Die SIP-Arbeitsgruppe hat seitdem einige Fehler behoben, Unklarheiten beseitigt und kleinere Formmängel ausgebessert¹⁸. Somit hat der RFC2543 im Jahr 2000 die nächste Entwicklungsstufe des „Draft Standards“ erreicht.¹⁹

¹⁴ vgl. Köhler /VoIP/ S.158

¹⁵ vgl. Köhler /VoIP/ S. 138

¹⁶ vgl. Köhler /VoIP/ S.64f

¹⁷ Handley et al. /RFC 2543/

2.3.2.2 Das Protokoll

Der Funktionsumfang von SIP beschränkt sich auf die Initialisierung, die Beendigung und die Modifikation von (Multimedia-)Sessions mit einem oder mehreren Teilnehmern. SIP ist somit ein reines Signalisierungsprotokoll, welches im TCP/IP-Protokollstapel auf der Anwendungsschicht angesiedelt ist. Als Transportprotokolle können demzufolge sowohl TCP als auch UDP verwendet werden.²⁰ In der Regel verwendet SIP das UDP als Transportprotokoll. Jede gewöhnliche SIP-Nachricht (Request- oder Response-Message) passt in ein einziges UDP-Datagramm; für deren Transport ist der im Vergleich zu TCP wesentlich kleinere UDP-Header völlig ausreichend.²¹ SIP ist ein sehr einfach gehaltenes, textbasiertes Client-Server-Protokoll, das keinen festen Satz an Standards beschreibt, sondern eine flexible Erweiterung bestehender Standards bildet. Durch seine Wurzeln in der Internetgemeinde lehnt sich das Protokoll an bereits bestehende Standards und Protokolle an. So sind zum Beispiel deutliche Parallelen zum HTTP-Format erkennbar (z.B. Fehler- oder Statusmeldungen und deren Nummern). Auch die Konventionen bezüglich der Namensvergabe im Stile von e-mails sind übernommen und zur Namensauflösung verwendet SIP das Domain Name System (DNS).²²

2.3.2.3 Die SIP-Komponenten

Die Grundelemente einer SIP-Infrastruktur setzen sich aus 4 logischen Hauptkomponenten zusammen: User Agents, Registrierungsserver, Proxyserver und Umleitungs-server. Häufig werden die verschiedenen Ausprägungen der Server in einer multifunktionalen Software zusammengefasst, so dass in der Praxis oftmals nicht die physische Trennung der Server stattfindet. (Beispielsweise auch der in den Testsystemen verwendete SIP-Proxy/Registrar (s. Abschnitt 3.3) stellt eine solche kombinierte Lösung dar.)

Im Folgenden werden die Funktionen der einzelnen Komponenten kurz beschrieben.

User-Agent (UA)

Das Pendant zum H.323-Terminal in der SIP-Umwelt ist der sogenannte „User Agent“. User-Agents bilden also Endpunkte von (Multimedia-)Kommunikation, die in der Regel als IP-Telefone in den verschiedensten Ausprägungen auftauchen.

Je nach dem, welche Funktion ein UA gerade hat, wird zwischen zwei Zuständen unterschieden: Wird von einem UA eine Verbindung zu einem Server initiiert, so agiert der UA in diesem Moment als Client. Demzufolge trägt er die Bezeichnung User-Agent-

¹⁸ Eine Übersicht über die Historie der Veränderungen findet man auf der Internetseite von Henning Schulzrinne, der maßgeblich an der Entwicklung von SIP beteiligt ist:
<http://www.cs.columbia.edu/sip/>

¹⁹ vgl. Johnston /SIP/ S.185

²⁰ vgl. Moos /VoIP/ S.407

²¹ vgl. Johnston /SIP/ S.30

Client (UAC). Operiert ein UA im Gegenzug dazu bei der Beantwortung einer Anfrage als Server, so wird er in diesem Status als User-Agent-Server (UAS) bezeichnet.

Da auch Gateways oder MCUs (s. Abschnitt 2.3.1.2) diese Funktionen ausführen und diese Zustände innehaben können, übernehmen diese unter Anderem auch die Rolle eines oder mehrerer User-Agents.

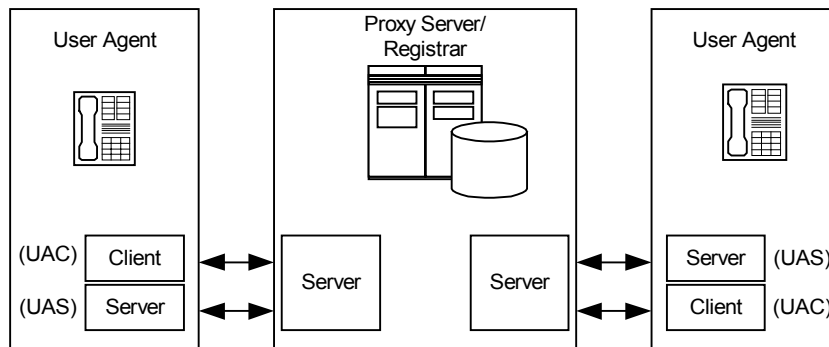


Abbildung 2-5: Client/Server Interaktion zwischen User-Agents und Proxy-Server²³

Registrierungsserver

Der Registrierungsserver verwaltet die angemeldeten Nutzer in einer ihm zugeordneten Netzwerkdomeäne. Die User-Agents registrieren sich mittels der SIP-Nachricht „REGISTER“ beim Server. Dieser Vorgang wiederholt sich in periodischen Zeitintervallen. Neben den Informationen über Ort und SIP-Adresse können über diese Registrierung auch Angaben über Fähigkeiten und Präferenzen der Nutzer gemacht werden. Dies wird über variable Felder registriert, die verschiedenste Informationen enthalten können, wie zum Beispiel die gewünschte Erreichbarkeit („frei“, „nur dringend“, „nicht stören“ etc) oder die vom registrierten Teilnehmer gesprochenen Sprachen.²⁴

Proxyserver

Der Proxy stellt sicher, dass Verbindungsanfragen und –antworten zum richtigen Empfänger weitergeleitet werden. Er erfüllt in der SIP-Architektur in etwa die Funktion des Gatekeepers in der H.323-Umgebung (s. Abschnitt 2.3.1.2). Allerdings verfügt ein Proxyserver über keinerlei Fähigkeiten, einen Medien-Strom zu verarbeiten, sondern er beantwortet nur Anfragen von User-Agents.²⁵

²² vgl. Köhler /VoIP/ S.65

²³ vgl. Johnston /SIP/ S.40

²⁴ vgl. Schulzrinne, Rosenberg /SIP/ S.138

²⁵ vgl. Johnston /SIP/ S.40

Umleitungsserver

Der Umleitungsserver stellt im Gegensatz zum Proxserver keine Verbindung her, sondern informiert anfragende User-Agents über die (neue, temporär andere) Erreichbarkeit anderer User. Diese Informationen bezieht er aus einer Datenbank. Anschließend wird durch den anfragenden User-Agent mit den aktualisierten Daten ein Verbindungsaufbau zum anderen User-Agent durchgeführt.²⁶

2.3.3 H.323 und SIP im Vergleich

2.3.3.1 Gemeinsamkeiten

Gerade eben die Gemeinsamkeiten dieser beiden Protokolle machen diese Gegenüberstellung erst sinnvoll. Wie in den Abschnitten 2.3.1 und 2.3.2 bereits beschrieben, unterstützen beide Protokolle die Funktionen der Signalisierung und des Session-Managements. Beide Protokolle erfüllen auf ihre jeweilige Art die grundlegenden Anforderungen an diese Aufgaben.

Derzeit wird sowohl in unterschiedlicher Literatur als auch im Internet eine intensive Diskussion über die Verwendbarkeit dieser beiden Protokolle geführt. Wesentlicher Inhalt ist es hierbei, festzustellen, ob das wesentlich jüngere Protokoll SIP in der Lage sein könnte, dem etablierten H.323 den Rang abzulaufen.²⁷

Obwohl beide Protokolle eigentlich das gleiche „machen“, gibt es wesentliche Unterschiede, die im Folgenden gegenübergestellt werden.

2.3.3.2 Strukturelle Unterschiede

Unabhängig von der Qualität oder der Art, wie die beiden Protokolle ihrer Aufgabe gerecht werden, gibt es wesentliche strukturelle Unterschiede zwischen ihnen.

Kodierung: Das SIP ist ein rein textbasiertes Protokoll, d. h. sämtliche Kommunikation zwischen SIP-Komponenten erfolgt über formatierte Textmeldungen, die, vergleichbar zu (unverschlüsselter) e-mail, zwischen ihnen ausgetauscht werden. Im Gegensatz dazu steht die binärcodierte Ausprägung des H.323-Protokolls. Hier werden lange Signalisierungs-codes²⁸ verschickt, die gemäß „Abstract Syntax Notation One“ (ASN.1) codiert sind.

Herkunft: Wie bereits erwähnt entstammt das SIP durch seine Entwicklung durch die IETF aus dem Internetumfeld und verwendet demzufolge entsprechende Standards und vorhandene Protokolle (Oder lehnt sich an ihnen an). Es verfolgt eher den „leichtgewichtigen“ Ansatz des HTTP. Die H.323-Protokollfamilie hingegen findet ihren Ur-

²⁶ vgl. Johnston /SIP/ S.43f

²⁷ Beispielhaft sei hier ein deutschsprachiges Forum zum Thema VoIP genannt, in dem regelmäßig Beiträge von Geschäftsführern, Vorständen oder Technikern namhafter deutscher VoIP-Unternehmen auftauchen: <http://www.efc.de/Foren/phorum/list.php?f=1&collapse=0>

²⁸ vgl. Kartes /Trends in der IP-Technologie/ S.28

sprung in der Signalisierung von leitungsvermittelten Diensten. Entsprechend komplex ist die gesamte H.323 Definition letztendlich geworden, basiert sie doch auf dem Q.931 Protokoll aus der ISDN-Welt und früheren Versionen aus der H.xxx-Serie.²⁹

2.3.3.3 Funktionale Unterschiede

Ein Teil der o.a. strukturellen Unterschiede führt letztendlich auch zu funktionalen Unterschieden und zu Kritikpunkten an dem einen oder dem anderen Protokoll. In der folgenden Tabelle werden schwerpunktartig Vor- und Nachteile der beiden Gegenspieler dargelegt. Der Klarheit halber werden hier nur Schwerpunkte genannt,³⁰ außerdem wurde versucht, keine Vorteile des einen als Nachteile des anderen anzugeben, so dass Dopplungen vermieden werden, um die Vergleichbarkeit zu erhalten.

Tabelle 2-1: Zusammenfassung der Vor- und Nachteile von H.323 und SIP³¹

	H.323	SIP
Vorteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Präzise Spezifikation, inklusive der zu verwendenden Audio- und Video-Codexs ▪ Integrierte Lastverteilung (Load-Balancing) zwischen Gatekeepern ▪ Weite Verbreitung bei bestehenden Installationen und bei Produkten im Markt 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Basiert auf etablierten und erprobten Grundelementen des Internets wie MIME, HTTP und DNS ▪ Hervorragende Administrierbarkeit durch textbasiertes Protokoll ▪ Sog. „forking“ von Anrufen, d.h. die Weiterleitung von Anrufen auf mehrere Endgeräte nach gewissen Vorgaben ▪ Durch die geringe Größe leicht in mobile User-Agents zu implementieren
Nachteile	<ul style="list-style-type: none"> ▪ ggf. langsamer Verbindungsaufbau (bis zu mehreren Sekunden) ▪ komplexe Struktur als Ursache für Fehler und erhöhte Kosten 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Abrechnungsdienste (Billing) schwerer zu implementieren ▪ Anspruchsvollere Installation bei der Verwendung von Network Address Translation (NAT) ▪ Ohne funktionierende Basisdienste im Netzwerk (DNS, Proxys) nicht lauffähig

²⁹ Schulzrinne, Rosenberg /Comparison/ S.1

³⁰ Eine detaillierte und ausführliche Gegenüberstellung der beiden Protokolle findet man unter: http://www.packetizer.com/iptel/h323_vs_sip/

³¹ Vgl. Weiler /VoIP/, Schulzrinne /Comparison/ und Detken /H.323 vs. SIP/

Beispielhaft für die unterschiedliche Arbeitsweise der Protokolle seien an dieser Stelle der Ablauf eines Rufaufbaus dargestellt.

Abbildung 2-6 zeigt den Ablauf eines Rufaufbaus zwischen zwei H.323-Terminals über einen Gatekeeper.

Die Abwicklung im SIP-Umfeld zeigt Abbildung 2-7. Hier wird ein Rufaufbau zwischen zwei User-Agents unter der Einbeziehung eines Registrierungsservers dargestellt.

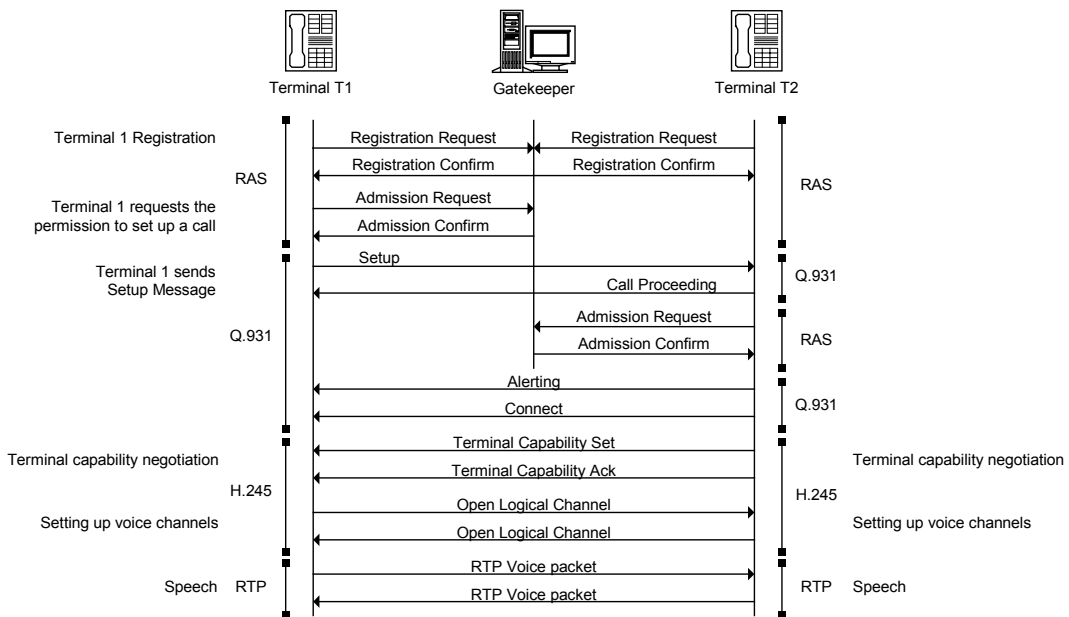


Abbildung 2-6: Rufaufbau zwischen H.323-Terminals über einen Gatekeeper³²

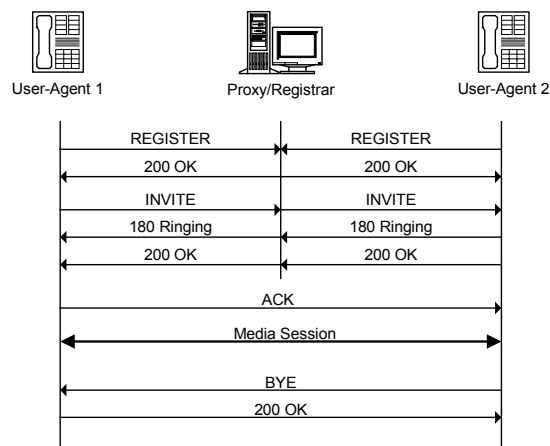


Abbildung 2-7: Rufaufbau zwischen SIP-User Agents über einen Registrierungs-
server/Proxyserver³³

³² vgl. Köhler/VoIP/ S.156

2.3.3.4 Fazit

SIP ist im Gegensatz zu H.323 noch sehr jung. Nichtsdestotrotz hat dieses Protokoll innerhalb seines kurzen Daseins bereits deutliche Anerkennung erlangt. Die Entwicklung und Verfeinerung von SIP ist noch nicht abgeschlossen und man kann davon ausgehen, dass es letztendlich vollständig und adäquat vergleichbar mit H.323 werden wird. Mehr sogar, bei seiner Entstehung wurde ein Ansatz gewählt, der der eigentlichen Anwendung wesentlich näher ist. Dadurch wurden die „Altlasten“ des H.323-Protokollstapels fallengelassen und ein modernes Protokoll erschaffen.

So muss man zusammenfassend feststellen, dass SIP einen vergleichbaren Umfang an Services zur Verfügung stellt, dabei aber deutlich weniger komplex ist, umfangreich zu erweitern und besser zu skalieren.³⁴ Die Unterschiede in der Komplexität lassen sich z.B. am Vorgang eines Rufaufbaus (Abbildung 2-6 und 2-7) vergleichen. Zusätzlich macht allein die textbasierte Natur des SIP dieses bedeutend weniger komplex. Während der Installation der Testsysteme (vgl. Abschnitt 3.3) wurden Registrierung und Rufaufbau in einfachen logfiles nachvollzogen. Etwaige Probleme sind so einfach nachvollziehbar und damit leicht zu beseitigen.

Alan B. Johnston, der Autor des Buches „SIP – Understanding the Session Initiation Protocol“ verleiht seiner Begeisterung über SIP wie folgt Ausdruck:

„[...] I remember describing SIP to a colleague as the „SS7 of future telephony“-quite a bold statement for a protocol that almost no one had heard of, and that was not even yet a proposed standard!“³⁵

Es ist also durchaus möglich und sogar zu erwarten, dass SIP sich gegenüber H.323 durchsetzen kann. So sagt auch Peter Wilms, Senior Manager Marketing bei der Business Network Solutions von Nortel Networks Germany über die Chancen von SIP:

„Wir erwarten, dass sich SIP in den nächsten Jahren zum Standard für die IP-Telefonie entwickeln wird.“³⁶

³³ vgl. Johnston /SIP/ S.24 und S.29

³⁴ Schulzrinne, Rosenberg /Comparison/ S.4

³⁵ Johnston /SIP/, S. xix

³⁶ zitiert aus Zeitschrift „Funkschau“, 08/2002, S. 31

3 Testsysteme und Erfahrungen

3.1 Testsystem der Siemens AG

Die VoIP-Lösung, die durch die TU-Ilmenau von der Siemens AG gekauft wurde, ist eine „HiPath 5500“ in der Version 2.5.016-N.001.009 und läuft auf einer Windows NT-Plattform.

Die IP-PBX ist über ein RealtimeGateway RG 2500 mit der vorhandenen TK-Anlage der Universität verknüpft.

Die gesamte Architektur nutzt das H.323 Protokoll und zeigte in Versuchen gute Kompatibilitätseigenschaften zu anderen Produkten. Testläufe mit MS NetMeeting und Polycom ViewStation waren erfolgreich und zeigten hohe Stabilität.

Als H.323-Terminals kommen Softclients und IP-Telefone zum Einsatz.

Der verwendete Softclient „OptiClient 360“ ist im gesamten Erscheinungsbild etwas gewöhnungsbedürftig, ist jedoch leicht und intuitiv zu bedienen. Er verfügt über ein Telefonbuch, welches jedoch lokal gespeichert wird. Etwaige Unzufriedenheiten mit der Bedienung sind kein spezifisches Problem dieses Softclients sondern liegen eher generell an der ungewohnten Art des Telefonierens.

Über sog. „Multimedia-Tastaturen“, die auch die Möglichkeit bieten, einen klassischen Telefonhörer anzuschließen, versucht Siemens eine Brücke zwischen Softclient und IP-Telefon zu schlagen, die jedoch auch nicht wirklich überzeugt. Die Tastatur ist solide verarbeitet und verfügt über zwei Lautsprecher, die z.B. zum Mithören bei Telefonaten genutzt werden können. Der beschriebene Telefonhörer ist jedoch nicht ausreichend entkoppelt und bei zu laut aufgedrehten Lautsprechern kommt es schnell zu Rückkopplungen.

Die IP-Telefone sind vergleichbar zu bekannten Komfort-Telefonen von herkömmlichen TK-Anlagen. Demzufolge lassen sie sich intuitiv bedienen, sie funktionieren stabil und zuverlässig. Sie sind eine echte Alternative zu beliebigen anderen (herkömmlichen) Telefonen.

Zusammenfassend kann man sagen, dass die Siemens-Lösung einen ausgereiften und professionellen Eindruck hinterlassen hat, der aber auch seinen Preis haben dürfte. Einzig die Verwendung der Softclients ist eher unpraktikabel, allein schon durch die nötigen Audio-Einstellungen, die je nach verwendeter Hardware von Rechner zu Rechner unterschiedlich ausfallen und demzufolge einzeln und vor Ort vorgenommen werden müssen. Diese Einschränkung gilt jedoch allgemein für Softclients und lässt sich durch den Einsatz von IP-Telefonen umgehen.

3.2 Testsystem der DeTeWe AG

Die IP-Lösung der DeTeWe AG erscheint als sog. „Line Interface Module“ („LIM“) und wird somit zum Bestandteil der vorhandenen TK-Anlage varix2000. Das LIM integriert die H.323 Komponenten Gateway und Gatekeeper.

Die Administration des LIM erfolgt proprietär mittels *FIOL*, einem proprietären Programm, welches über die serielle Schnittstelle mit der Anlage kommuniziert. Wird die Administration über ein Netzwerk realisiert, kann auf dieses Programm mittels Telnet zugegriffen werden.

Das LIM und die Verbindung zur varix2000 liefen während der Tests zuverlässig und stabil. Einzig die IP-Phones, die nicht dem neuesten Stand entsprechen, neigten zu Abstürzen. Eventuell handelt es sich hierbei um Softwareprobleme, die inzwischen bei neueren Geräten behoben sind.

Abstriche an die DeTeWe-Lösung muss man in Punkto Kompatibilität machen. Andere H.323-Terminals wie MS NetMeeting, Polycom ViewStation oder HiPath-Produkte wurden nicht unterstützt. – Es liegen also deutliche Schwächen in der Konformität vor.

3.3 Testsystem der snom technology AG

Neben den bekannten, großen Anbietern von Netzwerk- und Telefontechnik existieren zahlreiche kleinere und mittelständische Unternehmen in Deutschland, die die Produktion und den Vertrieb von VoIP-Lösungen verfolgen.

Meist konzentrieren sich diese Unternehmen auf die Entwicklung kleinerer Marktsegmente. So vertreiben manche ausschließlich Softclients, andere ausschließlich IP-Telefone und wiederum andere konzentrieren sich auf die Entwicklung geeigneter Server.

Bei der Auswahl eines Produktes für Testzwecke fiel das Augenmerk auf das Produkt „snom100“ der snom technology AG. Ausschlaggebend hierfür waren folgende Faktoren:

- Unterstützung von SIP und H.323
- Kostenlose Trial-Version eines SIP-Proxy/Registrars zum download
- Focus auf Interoperabilität von Systemen
- Unteres Preissegment

3.3.1 Testszenarien

Zum Ablauf der Tests ist zu bemerken, dass nicht systematisch nach einem vorab entwickelten Schema verschiedene Szenarien getestet wurden.

Es wurde vielmehr versucht, intuitiv die sich stellenden Aufgaben/Probleme mit der gegebenen Teststellung zu lösen und so Erfahrungen zu sammeln.

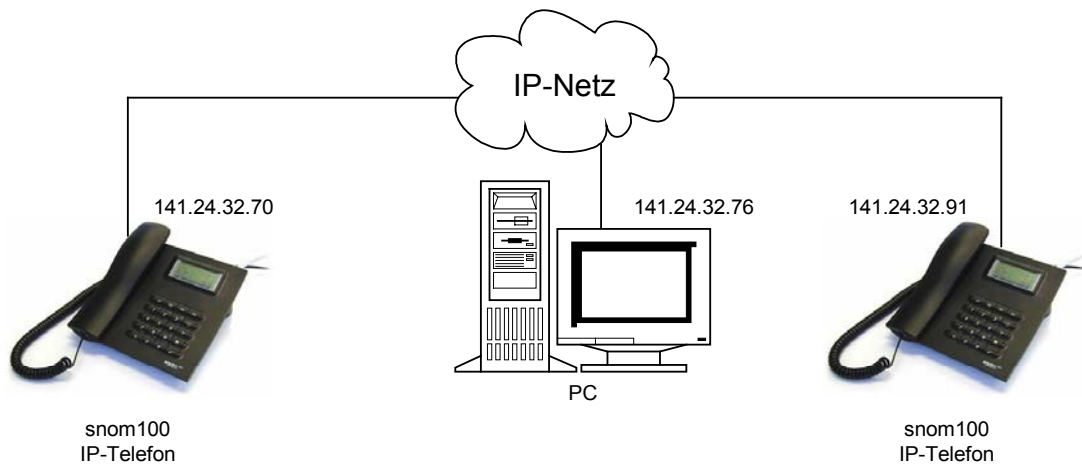


Abbildung 3-1: Testszenario der snom-Teststellung

Der in Abbildung 3-1 dargestellte PC hatte bei den durchgeführten Tests unterschiedliche Aufgaben und unterschiedliche Konfigurationen. Die Tabelle 3-1 zeigt die unterschiedlichen Aufgaben und Konfigurationen dieses Servers.

Tabelle 3-1: Aufgaben des PC in der snom-Teststellung³⁷

Funktion	Aufgabe	Port
Administration	tftp-Server (Bereitstellung von Konfigurationsfiles)	69
	HTTP-Server (Bereitstellung von Konfigurationsfiles)	8080
	HTTP-Client (Administration der IP-Phones)	n.n.b.
H.323-Umfeld	Gatekeeper (s. Abschnitt 2.3.1.2)	1720
	HTTP-Server (zur Administration des Gatekeepers)	1719
SIP-Umfeld	Proxy/Registrar (s. Abschnitt 2.3.2.3)	5060
	HTTP-Server (zur Administration des Prox/Registrars)	80

3.3.2 Netzkonfiguration

Die Konfiguration der erforderlichen Netzwerkparameter lässt sich recht einfach bewerkstelligen. Die Telefone versuchen allerdings, kurz nach dem Einschalten ihre Konfigurationsdaten von einem DHCP-Server zu beziehen. Ist dieser nicht vorhanden, lassen sich die entsprechenden Daten manuell eintragen. Damit diese wirksam werden,

³⁷ Die Einstellungen des Servers für das H.323-Umfeld wurden für die Tests der OpenH.323-Komponenten beibehalten.

ist allerdings ein Neustart erforderlich, der wiederum zum Problem des nicht vorhandenen DHCP-Servers führt.

Die Konfigurationsmenüs der Telefone lassen es zu, die Suche nach einem DHCP-Server zu deaktivieren. Die Lösung ist somit sehr einfach, führt aber beim ersten Kontakt mit den Geräten in einem Netz mit festen IP-Adressen zu Verwirrung.

Nach der Installation waren die Geräte zwar im Netz sichtbar („pingbar“) und die integrierten HTTP-Server der Geräte erreichbar, eine Registrierung der eingetragenen Nutzer am SIP-Registrar erfolgte jedoch nicht. Dieses Problem resultierte aus der Tatsache, dass im Testumfeld eine Firewall zum Einsatz kam, bei der die notwendigen Ports zur SIP bzw. H.323-Kommunikation geschlossen waren.

3.3.3 Registrierung der User

Nachdem die für die SIP-Kommunikation notwendigen Ports geöffnet waren, erfolgte relativ problemlos die Registrierung der User mit der jeweiligen SIP-Adresse. Probleme bereitet hierbei lediglich die Tatsache, dass die Web-Interfaces der Telefone und des Registrars unterschiedliche und zum Teil verwirrende Bezeichnungen wie z.B. „Account“, „Username“ oder „Nutzerkonto“ verwenden.

Generell ließen sich aber problemlos mehrere Nutzer registrieren. Das sog. „sequential forking“, also das automatische, sequentielle Anwählen verschiedener Telefone nach einem festgelegten Muster ließ sich leicht konfigurieren, jedoch nicht wirklich testen, da nur zwei Telefone in der Teststellung vorhanden waren.³⁸

3.3.4 Konfiguration am Telefon

Das snom100 verfügt über ein beleuchtetes Display mit 128 x 64 Pixeln und lässt sich über eine recht übersichtliche Menüstruktur intuitiv konfigurieren. Die Menüpunkte sind in den Sprachen Englisch, Deutsch und Polnisch vorhanden und zum Teil mit einprägsamen, animierten Piktogrammen versehen. Über vier softkeys erfolgt die Navigation durch die Menüstruktur. Standardmäßig sind alle Menüpunkte verfügbar und vom Nutzer änderbar. Dies lässt sich ggf. ändern, wenn z.B. vermieden werden soll, dass die Nutzer wichtige Konfigurationen verändern können, die die Funktion und die Fernwartung beeinträchtigen könnten.

3.3.5 (Fern-) Konfiguration über Web-Interface

Jedes snom100 hat einen HTTP-Server integriert, auf den man theoretisch von jedem beliebigen PC mittels eines Browsers zugreifen kann. Der Zugriff lässt sich über ein Kennwort sichern, um Missbrauch auszuschließen. Über das übersichtliche Web-

³⁸ Sequential forking wird nur durch das SIP unterstützt. Es gibt keine Entsprechung im H.323. vgl. hierzu Abschnitt 2.3.3: H.323 und SIP im Vergleich.

Interface lassen sich alle Menüpunkte des Telefons anwählen und verändern. Auch hier ist es möglich, einige Menüpunkte zu verstecken bzw. zu schützen, damit die grundlegenden Funktionen (wie zum Beispiel die Netzkonfiguration) nicht durch unwisende Nutzer versehentlich verändert werden.

Über die Web-Schnittstelle lassen sich auch Telefonnummern bzw. SIP/H.323-Adressen zur Anwahl eingeben. Dies ist ein sehr angenehmes und praktikables Feature, da sich Adressen wie vorname.nachname@firmenname.com über die Tastatur des Telefons eher mühsam eingeben lassen. Auf diese Art und Weise ließe sich auch eine Integration von Adressbüchern wie z.B. unter *MS Outlook* realisieren.

3.3.6 (Fern-) Konfiguration mittels Dateien

Man kann die Telefone derart konfigurieren, dass sie beim Bootvorgang auf einem vordefinierten Server nach Konfigurationsdateien suchen. Dazu lassen sich wahlweise HTTP- oder tftp-Server verwenden. Die dort hinterlegten Einstellungen werden dann direkt übernommen und vom Nutzer müssen keine Änderungen mehr vorgenommen werden. Die Geräte identifizieren sich hierbei über ihre MAC-Adresse (Media Access Control), so dass es auch möglich ist, individuell verschiedene Konfigurationen zentral zu hinterlegen. In den Konfigurationsdateien lässt sich auch festlegen, welche Einstellungen vom Nutzer sichtbar/veränderbar sind.

Diese Art der Konfiguration weist noch einige Schwächen auf und dürfte gerade bei größeren Installationen mit vielen Geräten eher unpraktikabel sein. Hier müsste die Verwaltung der Konfigurationsdateien mittels einer geeigneten Software erleichtert werden. Da die Dateien textbasiert sind, ließe sich dies wahrscheinlich relativ einfach durch ein entsprechendes Datenbank-Werkzeug realisieren, welches die Einstellungsdaten übersichtlich als Frontend darstellt. Für größere Installationen mit vielen Geräten existiert ein weiteres Problem: Es müsste eine Möglichkeit geschaffen werden, gleichzeitig bei mehreren selektierten Geräten einen Neustart zu initiieren. Manche Änderungen der Konfigurationen werde so erst wirksam. Die Veränderung von vielen Konfigurationsdateien (z.B. bei grundlegenden Wartungsarbeiten) lässt sich mittels geeigneter Werkzeuge recht einfach bewerkstelligen. Jedoch ist es unzumutbarer Aufwand, anschließend einzeln per Browser die Telefone zu einem reboot zu veranlassen.

3.3.7 Gesamteindruck

Die snom100 stellen ein ausgereiftes Produkt dar, welches durch Interoperabilität und Konformität überzeugt. Die Geräte lassen sich sowohl im SIP- als auch im H.323-Umfeld einsetzen und halten sich an die entsprechenden Standards. Im Testbetrieb zeigten sich die Telefone als zuverlässig und flexibel konfigurierbar. Auch der Betrieb über den OpenH323-Gatekeeper (vgl. Abschnitte 3.4.2.2 und 3.4.3.2) ließ sich unproblematisch realisieren. Dabei kommunizierten die Telefone ohne Komplikationen mit *MS NetMeeting* und dem OpenPhone bzw. OHPPhone (siehe Abschnitte 3.4.2.1 und 3.4.3.1). Herstellerseitig wird den Telefonen jedoch keine Interoperabilität mit den Lö-

sungen von Siemens und DeTeWe bescheinigt.³⁹ Der Auskunft der snom AG zufolge liegt dies an der Tatsache, dass diese Hersteller vom Standard abweichen. Ein Einsatz der snom100 im Rahmen der Testinstallationen an der TU-Ilmenau würde sich also nur als Insellösung über ein entsprechendes Gateway realisieren lassen. Durch die Konformität und Offenheit der Geräte würde man sich so jedoch eine Flexibilität für die Zukunft erhalten.

3.4 Open-Source-Lösung „openH323“

Der aktuelle Status des Projektes „OpenH323“ lässt sich unter der Internetadresse www.openh323.org verfolgen. Neben aktuellen Meldungen und Statusberichten der Entwicklung lassen sich dort jeweils aktuell kompilierte Versionen des Source-Codes für die beiden Betriebssysteme Windows und Linux herunterladen.

Neben den Programmbibliotheken für die verschiedenen Plattformen sind dort weitere Anwendungen mit unterschiedlichem Entwicklungsstand erhältlich, die im Folgenden näher betrachtet werden.

3.4.1 Testszenarien

Die verschiedenen OpenH323-Komponenten, die zum Einsatz kamen, sind in der Abbildung 3-2 zusammengefasst. Die Komponenten wurden z.T. zeitlich versetzt installiert und getestet (z.B. OpenAM und OpenMCU), so dass zeitgleich nie mehr als drei Rechner mit unterschiedlichen Installationen verwendet wurden.

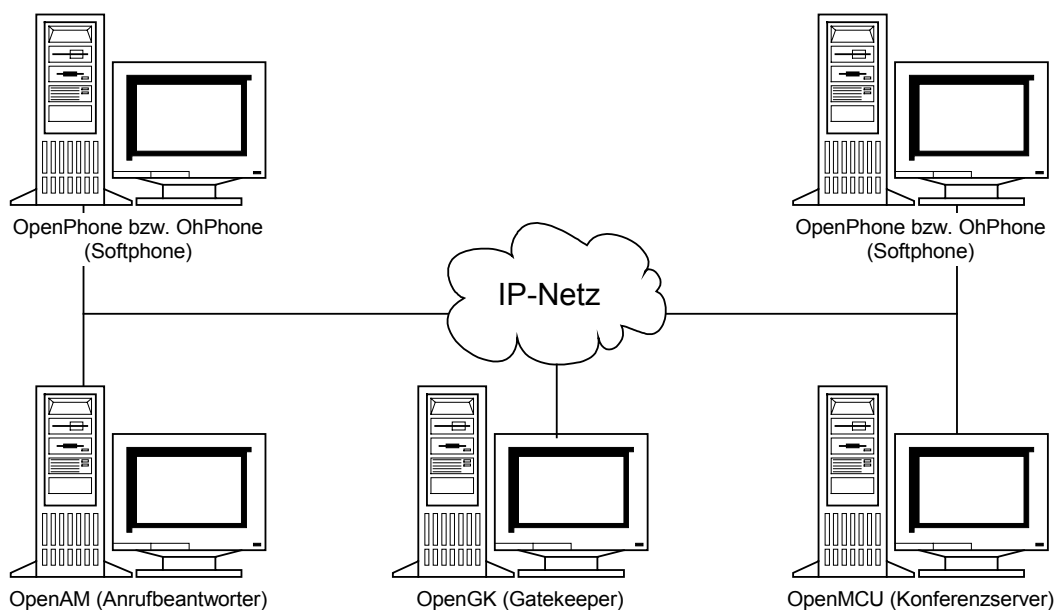


Abbildung 3-2: Verwendete und getestete Komponenten der OpenH323-Familie

³⁹ Snom /Interoperabilität/

Zusätzlich zu den erwähnten Anwendungen sind noch ein PSTN-Gateway („PSTNGw“), ein Fax-Client („T38Modem“) und ein Anrufgenerator („CallGen323“) verfügbar. Diese Komponenten wurden in den Tests nicht untersucht.

3.4.2 Ergebnisse unter Windows

3.4.2.1 OpenPhone

Das OpenPhone als Softclient bietet einen leicht bedienbaren H.323-Clienten. Diese Anwendung hat eine grafische Oberfläche, die nicht nur die Bedienbarkeit, sondern auch die Konfiguration erleichtert. Größtes Manko ist hier sicherlich die fehlende Möglichkeit, ein Telefonbuch anzulegen. Die Anwahl und das Weitervermitteln funktionieren einwandfrei, das gewöhnungsbedürftige Telefonieren mit Headset ist kein spezifisches Problem dieses Clienten.

3.4.2.2 OpenGK

Der Gatekeeper läuft nach dem Start als Daemon im Hintergrund und lässt sich über ein etwas rudimentär anmutendes Web-Interface über HTTP-Port 1719 konfigurieren. Die Vermittlung der Telefonate und die Registrierung der Nutzer erfolgt weitestgehend zuverlässig, einzig beim Einsatz von Konferenzschaltungen mittels der „OpenMCU“ stürzte der Gatekeeper gelegentlich ab. Wenige Wochen später wurde das gleiche Szenario mit aktuelleren Kompilierungen getestet und die Fehler tauchten nicht mehr auf. Ein Verweis auf das Problem oder die -beseitigung lässt sich auf der OpenH323-Website jedoch nicht finden.

3.4.2.3 OpenMCU

Die Multipoint-Control-Unit ist nicht mit grafischer Oberfläche verfügbar. Sie wird über entsprechende Einstellungen an der Kommandozeile konfiguriert. Die OpenMCU funktioniert als weiterer H.323-Client, der auf Port 1720 auf eingehende Anrufe wartet. Laut dem Handbuch der OpenMCU können gleichzeitig verschiedene „Konferenzräume“ eingerichtet werden, die dann von den Teilnehmern angerufen werden können. Es wollte jedoch in keinem Test gelingen, mehrere Räume einzurichten. Zusätzlich lassen sich auch Anrufe von der MCU initiieren, so dass man auch zusätzliche Teilnehmer in die Konferenz integrieren kann.

Die Verwendung dieser Anwendung ist generell gewöhnungsbedürftig, was aber an der ungewohnten Art des Telefonierens liegt und nicht als Resultat der technischen Realisierung zu betrachten ist. Während ein Teilnehmer spricht, werden seine Daten nicht an ihn selber zurückgesendet, um einen Echo-Effekt zu vermeiden.

3.4.2.4 OpenAM

Der Anrufbeantworter OpenAM wird auch per Kommandozeile gestartet und eingerichtet. Um den vollen Funktionsumfang zu erreichen, muss man eine *.WAV-Datei (8kHz, mono) aufnehmen, welche dann als Ansage fungiert. Nützlich ist hier die Funktion,

dass man je nach eingehendem Anrufer unterschiedliche Ansagen abspielen lassen kann.

Ist die Ansage beendet, zeichnet der OpenAM das Gespräch auf und speichert es ebenfalls in einer *.WAV-Datei. Die Verzeichnisse für Ansagen und aufgezeichnete Nachrichten sind frei wählbar.

Laut Handbuch verfügt der OpenAM über die Möglichkeit, nach Beendigung ein frei wählbares Programm/Skript zu starten, welches einen beispielsweise per mail über den Erhalt einer Nachricht informiert – oder einem diese direkt zusendet. Dieses feature wurde jedoch nicht getestet.

Beim OpenAM entstand im Testumfeld das gleiche Phänomen wie bei der OpenMCU, nämlich, dass laut Handbuch theoretisch mehrere parallele Instanzen des OpenAM gestartet werden können, die dann jeweils auf eine ihnen zugewiesene H.323-Adresse reagieren. Dies gelang im Testumfeld nicht.

3.4.3 Ergebnisse unter Linux

3.4.3.1 OHPPhone

Dieser H.323 Softclient verfügt über alle Basisfunktionen, ist aber weit entfernt von jeglicher Praxistauglichkeit. Er funktioniert ausschließlich als Kommandozeilenprogramm und ist recht umständlich zu konfigurieren. Auch das Wählen und Weitervermitteln funktioniert zwar, würde jedoch keinem Praxistest annähernd standhalten.

Dieses Programm ist eher als Test-Tool zu verstehen, um H.323-Endgeräte simulieren zu können, oder es kann als Basis zur Entwicklung einer komfortableren Variante mit grafischer Oberfläche (GUI) dienen.

3.4.3.2 OpenGK

Es gelten die selben Erklärungen wie unter 3.4.2.2, jedoch schien der Gatekeeper beim Einsatz der MCU stabiler zu sein. – Es kam zu keinen Abstürzen.

3.4.3.3 OpenMCU

Die MCU unter Linux ist identisch zu der für Windows. Es gelten die gleichen Einschränkungen und Beobachtungen wie unter 3.4.2.3 beschrieben.

3.4.4 Gesamteindruck

Plattform- und anwendungsunabhängig kann man sagen, dass die Komponenten von OpenH323 einen überraschend stabilen und zuverlässigen Eindruck hinterlassen haben. Die Anwendungen unterliegen einer ständigen Verbesserung, scheinen aber schon recht ausgereift. Zudem ist auch die Installation und Konfiguration ohne große Schwierigkeiten durchzuführen.

4 Betrachtungen zur Wirtschaftlichkeit

Die Entwicklung der notwendigen Technologien, die es ermöglichen, Sprach- und Videodaten in Echtzeit über paketorientierte Datennetze zu übertragen, ist sicherlich auch zu gewissen Teilen allein durch die technische Faszination vorangetrieben worden.

Wie bei allen technischen Neuerungen, die dem Status der Forschung und Entwicklung entwachsen sind, wird aber auch irgendwann die Frage einer kommerziellen Anwendbarkeit gestellt.

In den folgenden Abschnitten werden die wichtigsten Bereiche betrachtet, die die Rahmenbedingungen für den kommerziellen Erfolg der VoIP-Technologie bilden.

4.1 Märkte

Zu Beginn der Entwicklung der VoIP-Technologie sah man den Hauptanwendungsbereich für Internettelefonie darin, Fern- oder gar Auslandsgespräche über das Internet führen zu können. Dies hätte sogar privaten Anwendern den Vorteil gebracht, dass die beiden Teilnehmer zwar die Kosten für ihren Zugang zum Internet hätten zahlen müssen, dass jedoch der Löwenanteil der Kosten weggefallen wäre.

Wie in Abschnitt 2.1 bereits erläutert hängt die wirkliche Nutzbarkeit von VoIP sehr stark von technischen Einschränkungen wie Paketverlusten oder –laufzeiten ab. Es hat sich sehr schnell gezeigt, dass es bei der aktuellen Struktur und Auslastung des Internets nicht möglich war, die Technik so zuverlässig zu etablieren, dass sie auf diesem Gebiet hätte kommerziell erfolgreich sein können.

Breitbandige Firmennetze mit kontrollierbaren technischen Rahmenbedingungen schienen, zumindest technisch gesehen, der richtige Anwendungsfall zu sein⁴⁰. Allerdings sind hier die Argumentationen der Kostenersparnis über Telefonkosten i.d.R. hinfällig, da nahezu alle Unternehmen über leistungsfähige TK-Anlagen verfügen, die die interne Unternehmenskommunikation per Telefon ohnehin gebührenfrei ermöglichen.

Es zeigten sich jedoch andere Möglichkeiten, einen wirtschaftlichen Vorteil aus der Nutzung dieser Technik zu erzielen.

⁴⁰ Auch der Einsatz von Quality of Service-Techniken ist hier gut realisierbar; diese Betrachtungen sind jedoch nicht Bestandteil dieser Arbeit.

4.2 Sparpotentiale

Historisch bedingt unterhalten nahezu alle Unternehmen oder Behörden gegenwärtig zwei parallele Netz-Infrastrukturen: Die der Datenkommunikation und die der klassischen Telekommunikationsanlage mit zahlreichen Nebenstellen. Diese Trennung ist jedoch wirtschaftlich nicht sinnvoll, da die Anwender gezwungen sind, doppeltes Know-how für die Administration, den Betrieb und die Wartung dieser zwei Netze vorzuhalten und zu bezahlen.⁴¹

In einer Studie der weltweit agierenden Beratungsgesellschaft Analysys Research Ltd. geht man davon aus, dass sich bei Unternehmen mit mehr als 500 Mitarbeitern über den Einsatz von IP-gestützten PBX-Systemen bis zu 49% ihrer Betriebskosten und bis zu 32% insgesamt einsparen lassen.⁴² Laut dem Marktforschungsinstitut Gartner Group lassen sich die Kosten für einen Büroarbeitsplatz um bis zu 30% senken, wenn man statt getrennter Netze auf Sprach-Daten-Integration setzt.⁴³

Die Aussicht auf Einsparungen durch VoIP-Technologien hängt stark von der Art der Unternehmensinfrastruktur ab. Im Folgenden seien exemplarische Situationen geschildert, in denen durch den Einsatz von VoIP mit einer Sparwirkung zu rechnen ist, bzw. eine Schaffung eines entsprechend hohen Mehrwertes erzielt werden könnte. Ob und in welchem Umfang dies zutrifft, hängt natürlich unmittelbar von vielerlei Faktoren ab (Unternehmensgröße, vorhandene Technik und Wartungsverträge, Telefonaufkommen etc.), die fallweise geprüft werden müssen.

4.2.1 Neubau

Nahezu kein Unternehmen kann heutzutage darauf verzichten, beim Neubau eines Gebäudes auch ein Datennetz zu erstellen. Genauso selbstverständlich ist es heutzutage, dass eine leistungsfähige TK-Infrastruktur geschaffen wird. – Dies hat zur Folge, dass zwei kostenintensive Investitionen parallel laufen.

Kostenintensiv sind bei diesen beiden Entwicklungen jedoch nicht nur die Investitionen, sondern auch der Umstand, dass zukünftig laufende Kosten für Wartung und Reparatur doppelt entstehen.

Durch die Einführung einer konvergenten Sprach-Datenlösung ließen sich also theoretisch zwei wesentliche Einsparungen erzielen: Zunächst fällt die Investition in (nach wie vor) sehr teure TK-Technik weg. Außerdem entstehen zukünftig keine TK-spezifischen Kosten für die Administration, sondern die Wartung und Pflege kann von der Administration der IP-Infrastruktur durchgeführt werden.

⁴¹ vgl. Ebbinghaus /IP-Telefonie 1/

⁴² vgl. o.V. /Millionen sparen mit VoIP ?/

⁴³ vgl. Eppel /VoIP/ S.20ff

Den Einsparungen gegenüber stehen jedoch auch erhöhte Investitionskosten in das IP-Netz. Neben zusätzlichen Ausgaben für Server, IP-Telefone etc. muss die gesamte IP-Infrastruktur mächtiger gestaltet werden. So muss beispielsweise für jeden Arbeitsplatz mit zwei Netzwerk-Ports anstelle von üblicherweise einem gerechnet werden. (Eine Alternative hierzu bieten IP-Phones mit einem integrierten VLAN-fähigen Switch, wie sie beispielsweise von Cisco Systems angeboten werden. – Der PC wird über den Switch des IP-Phones an das Netz angeschlossen. Somit reicht ein Netzwerk-Port pro Arbeitsplatz weiterhin aus.)

Zusätzlich zur Datenanbindung benötigen IP-Telefone eine Stromversorgung, die bei der Planung berücksichtigt werden muss. Die Stromversorgung für IP-Telefone existiert in zwei konzeptionell verschiedenen Ausprägungen:

Zunächst sei die herkömmliche Variante genannt, bei der die Telefone die Stromversorgung über externe oder interne Netzteile erhalten, die an reguläre Steckdosen angeschlossen werden. Bei der Planung von Arbeitsplatzausstattungen in neuen Gebäuden müssen diese ggf. berücksichtigt werden.

Alternativ dazu existiert das Konzept des sog. „In-Line-Power“ oder „Power-Over-Ethernet“, bei dem die Stromversorgung in die Netzwerkverkabelung integriert wird. Bei dieser Technologie existieren derzeit mehrere (teils proprietäre) Standards parallel. Somit ist auch hier eine frühzeitige Planung vorzunehmen, um ggf. entsprechende Module für die Stromversorgung in die strukturierte Verkabelung einzuplanen.

Durch die erweiterten Anforderungen an die Struktur der Netze (IP-Netzwerk und Stromversorgung) entsteht ggf. also erhöhter Investitionsbedarf. Jedoch ist davon auszugehen, dass allein schon durch die Nutzung von nur einer Infrastruktur Synergieeffekte erzielt werden können, die nicht nur im administrativen Bereich zu suchen sind, sondern auch neue Technologien wie z.B. das „unified messaging“ erst ermöglichen. (Siehe auch Abschnitt 4.2.4 „Zusätzliche Wertsteigerungen“.) Zudem sind sog. IP-PBX-Systeme, also Telefonanlagen auf Basis von IP-Netzen um bis zu 25% günstiger als traditionelle TK-Anlagen.⁴⁴ – Kompensiert wird diese Einsparung allerdings durch die derzeit noch vergleichbar teuren IP-Endgeräte. (So denn eigene Hardware eingesetzt werden soll und nicht die wesentlich günstigeren – aber auch unkomfortableren – Softclients Verwendung finden).

4.2.2 Verteilte Unternehmensstandorte

Bei bestehenden TK- und Dateninfrastrukturen kann der Einsatz von VoIP für Unternehmen interessant sein, die mehrere verteilte Standorte oder Niederlassungen haben, die ohnehin durch ein unternehmenseigenes Datennetz angebunden sind. Hier ließen sich erhebliche Kosten sparen, indem man die vorhandenen TK-Netze über VoIP-Gateways miteinander verknüpft.

⁴⁴ vgl. Epele /VoIP/ S.20ff

Somit würden die Kosten für das gesamte Telefonaufkommen zwischen den Niederlassungen entfallen.

Zusätzlich lassen sich Einsparungen erzielen, indem man Least-Cost-Router einsetzt, die dafür Sorge tragen, dass der tatsächliche Übergang ins PSTN immer über das Gateway erfolgt, welches dem angerufenen Teilnehmer am nächsten ist.

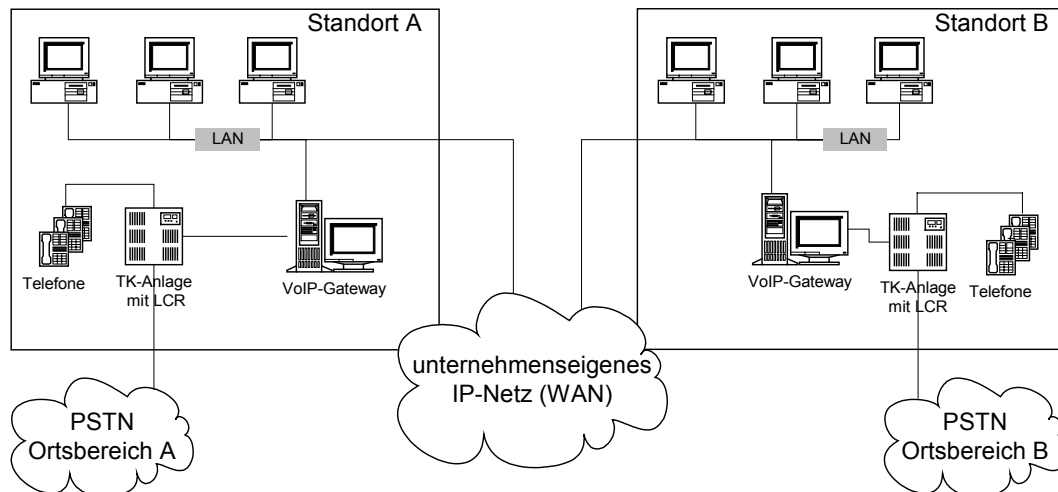


Abbildung 4-1: Beispiel für VoIP-Verknüpfung von Unternehmensstandorten

4.2.3 Ablauf von Wartungsverträgen / Veraltete Technik

Unabhängig davon, ob ein Unternehmen neu baut oder an verteilten Standorten operiert gibt es das Szenario, dass vorhandene Technik im TK-Bereich veraltet ist, oder dass Wartungsverträge auslaufen und ihre Verlängerung ansteht. In diesen Fällen kann es sich lohnen, die Investitionen umzulenken und in VoIP-Technik zu investieren. Das Wartungspersonal für die Datennetze ist bei größeren Unternehmen oder Institutionen meist sowieso vorhanden und eine Migration zu VoIP könnte langfristig helfen, Kosten zu reduzieren.

4.2.4 Zusätzliche Wertsteigerungen

Nicht alleine potentielle Kosteneinsparungen können ausschlaggebend für den Einsatz von VoIP sein. Auch Zusatzdienste oder integrierende Konzepte wie Hot-Desking, Unified Messaging, Integration von Datenbanken und Sprachsystemen sowie Zeitzoneflexibilität lassen sich durch VoIP-Systeme realisieren.⁴⁵

Durch den Einsatz von IP-PBX-Systemen lassen sich weitere Anwendungen und Dienste integrieren, die den Mehrwert einer solchen Kommunikationslösung gegenüber

⁴⁵ vgl. o.V. /Millionen sparen mit VoIP ?/

traditionellen Varianten deutlich anhebt. Beispielhaft sei hier der Einsatz in Kundenkontaktzentren (Call-Centern) genannt. Hier lassen sich Dienste wie benutzerspezifische Menüführungen und das daraus resultierende Routing wesentlich flexibler gestalten, als bei herkömmlichen Lösungen. Das Kommunikationsaufkommen kann besser analysiert und kanalisiert werden. Auch der direkte Aufruf der Kundendaten auf dem Bildschirm eines Call-Center-Agents über die Rufnummer des Kunden (z.B. CLIP oder MSISDN) lässt sich in IP-Netzen über entsprechende Datenbankverbindungen relativ leicht realisieren.

4.3 Prognosen

In einer engen Wechselwirkung zu den in den Abschnitten 4.1 und 4.2 beschriebenen Zusammenhängen stehen die Prognosen über die Zukunft des VoIP. Wechselwirkungen bestehen deshalb, weil Voraussagen über die stark zunehmende Verbreitung von VoIP-Lösungen wiederum gleichzeitig Anreize geben, bereits jetzt in diese Technologie zu investieren. Günstige Prognosen haben deshalb einen direkten Einfluss auf die gegenwärtige Entwicklung und Verbreitung der Technologie.

Oftmals werden der VoIP-Technologie gute Zukunftsaussichten attestiert, es gibt aber auch kritische Töne.

Einerseits prognostizieren namhafte Unternehmensberatungsgesellschaften eine enorme Zuwachsrate der VoIP-Installationen, andererseits werden auch andere Stimmen laut, die nach einiger Ernüchterung klingen.

Die meist zitierten Studien sind die der Analysten der Frost and Sullivan Unternehmensberatung. In einer Studie aus dem Jahr 2000 werden bis ins Jahr 2005 zweistellige Umsatzzuwächse im VoIP-Markt vorausgesagt.⁴⁶ Eine neuere Studie benennt einen stetig steigenden Umsatz bis hin zu 2,89 Milliarden Dollar für den europäischen Markt im Jahre 2006.⁴⁷

Auch andere Untersuchungen und Prognosen zeichnen ein vergleichbar freundliches Bild. So sieht das Marktforschungsinstitut TEK Plus einen weltweiten Umsatz im IP-PBX-Markt von 1,53 Milliarden US-Dollar für das Jahr 2003 voraus. Für das Jahr 2005 schätzen gleich mehrere Institute den weltweiten Gesamtmarkt auf 5 Milliarden US-Dollar.⁴⁸

⁴⁶ vgl. Kartes /Trends in der IP-Technologie/ S.28

⁴⁷ vgl. Minnerup, Kartes /Die Netze wachsen zusammen/ S.30

⁴⁸ vgl. Reuter, Piontek /Ist VoIP alltagstauglich ?/

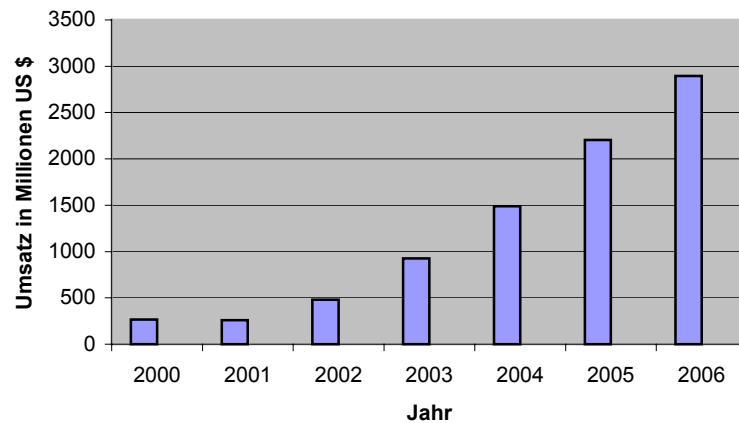


Abbildung 4-2: Europamarkt für VoIP-Gateways, Prognose in Millionen US -Dollar⁴⁹

Diesen positiven Prognosen stehen auch etwas weniger überschwängliche Untersuchungen gegenüber. So wurden in einer Studie der Meta Group über 1700 deutsche Unternehmen befragt, ob sie bereits VoIP-Lösungen einsetzen, oder den Einsatz innerhalb der kommenden 2 Jahre planen. Das Ergebnis widerspricht den oben angegebenen Prognosen deutlich: 80 Prozent der befragten Unternehmen stehen der VoIP-Technologie ablehnend gegenüber. Als Hauptgründe hierfür wurden hohe Einführungskosten, mangelnde Produktreife und bestehende PBX-Laufzeitverträge angegeben.

⁴⁹ vgl. Studie / Frost and Sullivan's/

5 Empfehlungen zur Migration

In gut ausgebauten IP-Netzen von Institutionen wie Unternehmen, Behörden oder Forschungseinrichtungen ist die VoIP-Technologie in der Lage, die herkömmliche Telefonie zu ersetzen. Da die fernmündliche Kommunikation über Telefone - egal welcher Ausprägung - das wichtigste Kommunikationsmedium darstellt, müssen ggf. Konzepte erstellt werden, wie ein Übergang zur neuen Technik vonstatten gehen kann. Diese Konzepte zur „Wanderung“ von herkömmlicher zur IP-Telefonie müssen gut durchdacht und sorgsam geplant sein. So sind Ausfallzeiten und Komforteinbußen zu vermeiden und die Schritte der Umsetzung zu planen.

5.1 Wege der Migration

Die DeTeWe AG hat auf der CeBit2002 ihren Kunden zwei Möglichkeiten offeriert, die Migration zu VoIP durchzuführen. Die beiden Varianten wurden „Revolutionsstrategie“ und „sanfte Migration“ genannt.⁵⁰ Im Folgenden seien diese beiden Ansätze von Migrationsstrategien allgemein beleuchtet.

5.1.1 Der Revolutionsansatz

Ziel dieser Strategie ist es, die herkömmliche TK-Technik mit vorhandenen PBX-Anlagen, Telefonen und Leitungen innerhalb eines definierten Zeitfensters vollständig zu ersetzen. Dazu ist eine genaue, detaillierte Planung notwendig und es entsteht in der Umstellungsphase ein nicht unerheblicher koordinativer und finanzieller Aufwand.

Diese Form der Abkehr von der traditionellen Telefonie wird i.d.R. nur unter ganz bestimmten Voraussetzungen gewählt werden:

Beispielsweise bietet sich dieser Ansatz an, wenn das vorhandene Telefonnetz nur durch umfangreiche Investitionen an heutige Bedingungen angepasst werden kann, oder wenn Service-Verträge auslaufen und eine Verlängerung aufgrund veralteter Technik nicht lohnen würde.

Eine andere Begründung für den raschen Wechsel zur IP-Telefonie läge in der technischen und/oder wirtschaftlichen Notwendigkeit. Beispielsweise kann ein schneller Umbau eines Call-Centers entscheidend sein über die Dienste, die angeboten werden können, um konkurrenzfähig zu bleiben.

Als „revolutionäres“ Projekt soll hier auf die Hochschule Anhalt verwiesen werden, die mit dem geförderten Projekt „haiphone“ drei Hochschulstandorte innerhalb kürzester Zeit vollständig auf VoIP umgestellt hat.⁵¹ Hier kamen mehrere Faktoren zusammen,

⁵⁰ vgl. Kartes /Migration/ S.32

⁵¹ Siehe dazu: <http://www.hs-anhalt.de/hrz/haiphone/Pages/Page00-1.html> ff

die diesen Schritt rechtfertigten: Die vorhandene TK-Infrastruktur der Standorte war an ihre Belastungsgrenze angewachsen, die Serviceverträge für drei große Systeme liefen gleichzeitig aus und zwei Neubauten in Dessau hätten zudem noch die Anschaffung neuer TK-Systeme erfordert.⁵² Das Projekt wurde in Zusammenarbeit mit der Deutschen Telekom AG und Cisco Systems innerhalb von anderthalb Jahren realisiert und wird als erfolgreich angesehen.⁵³

5.1.2 Die sanfte Migration

Im Gegensatz zum oben beschriebenen Ansatz wird bei dem sanften Übergang zur VoIP-Technik eine längere Zeit eingeplant, in der beide Technologien parallel (und interoperabel) existieren. Häufig wird eine IP-PBX als Unteranlage zur bestehenden TK-Anlage eingesetzt. So lassen sich beispielsweise einzelne Abteilungen sukzessive umstellen.⁵⁴ Auch der Ansatz, jeweils neue Arbeitsplätze mit VoIP auszustatten ist so realisierbar. Durch die Anordnung der IP-PBX als Unteranlage können auf diese Weise sogar konsequente Rufnummernpläne beibehalten oder mit der Umstellung eingeführt werden.

Als Beispiel für eine sukzessive Einführung von VoIP-Systemen seien hier das ZDF und 3Sat genannt. Auf der IFA 2001 hatte man die gesamte Kommunikation auf den Ausstellungsständen über VoIP abgewickelt. Die Erfahrungen waren dabei so gut, dass man im Anschluss beschloss, die Auslandsstudios mit IP-Telefonen zu bestücken. Diese werden damit über Datenleitungen mit der ZDF-Zentrale in Mainz verbunden sein.

Dieser Weg der sanften Migration wird allgemein als der praktikablere angesehen, da i.d.R. eine harte Umstellung mit der Revolutionsstrategie auch mit erheblichen Investitionen verbunden ist.

5.2 VoIP an der TU-Ilmenau

Die Technische Universität Ilmenau bietet ein breites Spektrum an technischen und zukunftsorientierten Studienfächern und Forschungsschwerpunkten. Um sich Neuerungen gegenüber als offen zu erweisen, würde es sich auch anbieten, technische Innovationen ins praktische Arbeits- und Lebensumfeld der Universität zu integrieren.

5.2.1 Mögliche Einsatzgebiete von VoIP

Allein der „symbolische“ Einsatz neuer Technologien rechtfertigt diesen noch nicht. Nach der Gegenüberstellung der Leistungsfähigkeit von VoIP und der gegebenen Inf-

⁵² vgl. Bialas /VoIP/

⁵³ vgl. o.V. /Hochschule Anhalt/

⁵⁴ vgl. Ebbinghaus /IP-Telefonie 2/

rastruktur der TU-Ilmenau entsteht eine Schnittmenge in der sich sinnvolle praktische Einsatzfelder finden lassen. (s. Abbildung 5-1)

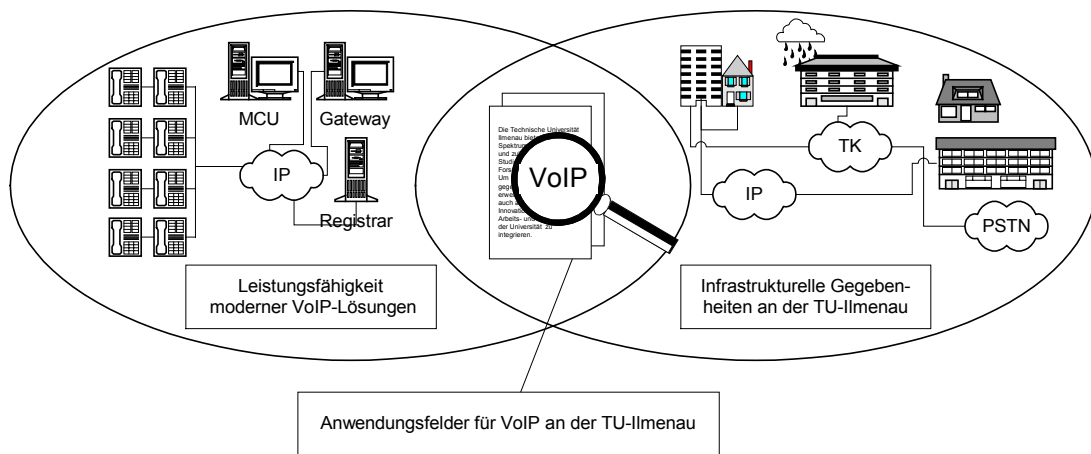


Abbildung 5-1: Praktische Einsatzfelder von VoIP an der TU-Ilmenau

5.2.1.1 Neue und temporäre Arbeitsplätze

Um einer sanften Migration gerecht zu werden, sollte man bei der Einrichtung neuer Arbeitsplätze in vorhandenen Gebäuden/Büros bereits IP-Telefone einsetzen. Das gleiche gilt für Büros, in denen sich mehrere Beschäftigte ein Telefon teilen. Als preisgünstigste Alternative bieten sich hier Softphones an, die jedoch im Allgemeinen in der Akzeptanz beim Nutzer weit hinter der von Hardware-IP-Phones zurückbleiben.

Ein weiteres Anwendungsfeld ist die Erstellung temporärer Arbeitsplätze, beispielsweise für Mitarbeiter von zeitlich begrenzten Forschungsprojekten. Durch die denkbar einfache Installation könnten so mit geringem Aufwand vollwertige Arbeitsplätze geschaffen werden. Dem Mitarbeiter könnte für seinen Beschäftigungszeitraum eine eigene universitätsinterne Rufnummer zugeteilt werden, die sogar ohne größeren Aufwand behalten werden könnte, sollten sich im Laufe der Beschäftigung Raum- oder sogar Gebäudewechsel ergeben.

5.2.1.2 Ausstattung neuer Gebäude

Für die aktuellen Neubauten werden aller Wahrscheinlichkeit nach bereits klassische TK-Systeme dimensioniert und z.T. sogar installiert sein. Für kommende Projekte (wie z.B. dem Gebäude der Ernst-Abbe-Stiftung sollten auch Überlegungen in Richtung VoIP angestellt werden. Falls dieses Gebäude nicht in den Zuständigkeitsbereich der Universität fallen sollte und auf die Ausgestaltung der TK-Infrastruktur kein Einfluss besteht, bietet sich jedoch auch in Zukunft ein Anwendungsfeld für VoIP. Da in diesem Gebäude auch universitäre Einrichtungen vertreten sein werden (interdisziplinäre For-

schungsgruppen, Abteilung für Sprachen) könnten diese Mitarbeiter über VoIP auf den bekannten Rufnummernkreis der Universität zurückgreifen.

Zusammenfassend kann man sagen, dass gerade die hohe administrative Flexibilität von Voice over IP den Einsatz von IP-Telefonen überall dort attraktiv macht, wo tätigkeitsbedingt eine hohe Fluktuation besteht. Bei der Bildung neuer Arbeitsgruppen oder dem Umzug von einem in den nächsten Raum. – Durch VoIP ist höchstmögliche Flexibilität gewährleistet.

5.2.1.3 Anschluss des Fachgebietes Lichttechnik

Im Abschnitt 4.2.2 wurde auf die Sparpotentiale hingewiesen, die es gibt, wenn Niederlassungen mit eigener PBX und eigenem PSTN-Zugang über vorhandene Datennetze per VoIP angeschlossen werden.

Im Umfeld der TU-Ilmenau wird dieses Szenario nahezu identisch durch das Fachgebiet Lichttechnik repräsentiert. Das Gebäude des Fachgebiets befindet sich am Unterer Berggraben 10 und verfügt aufgrund seiner isolierten Lage nicht über einen Anschluss ans Universitätstelefonnetz. Es verfügt über eine eigene Telefonanlage mit mindestens sechs Nebenstellen, die von der doppelten Anzahl an Mitarbeitern genutzt werden.⁵⁵

Eine Datenverbindung über einen Laserlink und eine Richtfunkstrecke ist vorhanden, über die aller Wahrscheinlichkeit nach der Telefonverkehr dieser wenigen Mitarbeiter ohne Probleme übertragen werden könnte. Es würden sich die bekannten Vorteile ergeben: Die Mitarbeiter erhielten echte Durchwahlnummern der Universität und könnten alle Gespräche ins Universitätsnetz (z.B. zur Fakultät Maschinenbau auf dem Campus) kostenlos führen. Da der Standort des Lichttechnikgebäudes im Ortsnetz Ilmenau liegt, könnte die vorhandene Telefonanlage inklusive der PSTN-Anschlüsse stillgelegt werden, was eine zusätzliche Kostenersparnis mit sich bringen würde.

Um dem Ansatz der sanften, schrittweisen Migration gerecht zu werden, könnte man auf jeden Fall parallel zur vorhandenen Telefonie einen Testbetrieb mit IP-Telefonen integrieren. Über diese Telefone wären die Mitarbeiter des FG Lichttechnik dann beispielweise in der Lage, zunächst nur die uni-internen Telefonate kostenlos zu führen, um Erfahrungen mit der neuen Technologie zu sammeln. Diese Erfahrungen bzgl. der Verfügbarkeit und der Praxistauglichkeit sollten dann bei eventuell folgenden Migrationsschritten berücksichtigt werden.

5.2.2 VoIP in Lehre und Forschung

Im folgenden werden zwei Anwendungsmöglichkeiten von VoIP an der TU-Ilmenau umrissen, die nicht unmittelbar mit einer Migration im eigentlichen Sinne zu tun haben. Es sind eher derivative Anwendungsfelder, die sich aus dem Kontext dieser Arbeit ergeben.

⁵⁵ Siehe dazu „Kontakt“ unter: <http://www-lit.maschinenbau.tu-ilmenau.de/>

5.2.2.1 VoIP als Praktikum

Derzeit wird im Rahmen der Ausbildung an der Technischen Universität kein Praktikumsversuch zum Thema Voice over IP angeboten. Wenn die Personaldecke, Raumplanung und die Eingliederung in das Lehrangebot es zuließen, wäre eine praktische Auseinandersetzung mit dieser Materie sicherlich sinnvoll. Die paketorientierte Übertragung von Sprache gewinnt in der Praxis immer mehr an Bedeutung. Auf diesen Wandel könnte man durch ein entsprechendes Angebot für (Wirtschafts-)Ingenieure, (Wirtschafts-)Informatiker und andere Interessierte angemessen reagieren. In einem solchen Praktikum könnten theoretische Grundlagen über Protokolle etc. vertieft werden, aber vor allem auch praktische Anwendung und Administration von VoIP-Systemen durchgeführt werden.

5.2.2.2 VoIP in der Forschungsgemeinschaft elektronische Medien (FeM) e.V.

Die Forschungsgemeinschaft elektronischer Medien e.V. bietet mit über 1000 Teilnehmern ein weites Betätigungsfeld für VoIP-Installationen. Die notwendige leistungsfähige Vernetzung ist vorhanden, und auch an potentiellen Nutzern dürfte es nicht mangeln. Viele Studenten unterhalten im Wohnheim einen eigenen Telefonanschluss, um von dort (im Gegensatz zum Mobiltelefon) günstige Ferngespräche führen zu können. Eine denkbare Anwendung von VoIP wäre also, vielen angeschlossenen FeM-Mitgliedern die Möglichkeit zu geben, über ISDN- oder S2M-Gateways zu telefonieren. Diese Anwendung würde auch eine recht hohe Anforderung an ein Billing-System stellen, welches man dann vereinsseitig zur Verfügung stellen müsste.⁵⁶

⁵⁶ Die FeM e.V. hat bereits ein Projekt „VoIP“ ins Leben gerufen, das Projekt hat aber seit geraumer Zeit den Status „ruhend“. Siehe dazu: <http://www.fem.tu-ilmenau.de>

Literaturverzeichnis

Bialas /VoIP/

Bialas, Horst: Voice over IP: Ausweg aus der TK-Misere

<http://www.computerwoche.de/index.cfm?pageid=267&type=ArtikelDetail&id=80105931&aktion=print>

Abgerufen am 24.10.2002

Detken /Echtzeitplattformen für das Internet/

Kai-Oliver Detken: Echtzeitplattformen für das Internet: Grundlagen, Lösungsansätze der sicheren Kommunikation mit QoS und VoIP

München 2002

Detken /H.323 vs. SIP/

Kai-Oliver Detken: H.323 versus SIP im VoIP-Umfeld

In: NET, 3/2002, S.18

Ebbinghaus /IP-Telefonie 1/

Dr. Ralf Ebbinghaus: Zwei Welten wachsen zusammen, Leitfaden IP-Telefonie, Teil 1

In: NetworkWorld, 19/2000

<http://www.networkworld.de/defaults/printversion.cfm?id=47018&pageid=138>

Abgerufen am 12.09.2002

Ebbinghaus /IP-Telefonie 2/

Dr. Ralf Ebbinghaus: Aller guten Dinge sind drei, Leitfaden IP-Telefonie, Teil 2

In: NetworkWorld, 20/2000

<http://www.networkworld.de/defaults/printversion.cfm?id=47742&pageid=138>

Abgerufen am 12.09.2002

Eppele /VoIP/

Klaus Eppele: Voice over IP

In: CIH 04/2002, S. 20-23

Handley et al. /RFC 2543/

M. Handley et al. : RFC 2543 : SIP : Session Initiation Protocol

<http://www.ietf.org/rfc/rfc2543.txt>

Abgerufen am 23.04.2002

Johnston /SIP/

Alan B. Johnston: SIP – Understanding the Session Initiation Protocol

Norwood USA, 2001

Kartes /Migration/

Christoph Kartes : Zwei Migrationslösungen zu Voice over IP
In: Funkschau, 07/2002, S. 32-35

Kartes /Trends in der IP-Technologie/

Christoph Kartes: Trends in der IP-Technologie
In: Funkschau, 08/2002, S. 28-31

Kellerhoff /IP-Kommunikation/

Cornelius Kellerhoff: Die IP-Kommunikation setzt zum Überholen an
In: Datacom 10/1999, S. 14-16

Kenton, Chevallier /Unausgereifte Technik/

Jon Kenton, Philippe Chevaillier: Unausgereifte Technik
In: NetworkWorld, 21/2000

<http://www.networkworld.de/defaults/printversion.cfm?id=49045&pageid=138>

Abgerufen am 12.09.2002

Köhler /VoIP/

Rolf-Dieter Köhler: Voice over IP
Bonn 2002

Minnerup, Kartes /Die Netze wachsen zusammen/

Willi Minnerup, Christoph Kartes: Die Netze wachsen zusammen
In: Funkschau, 02/2002, S.30-33

Moos /VoIP/

Roland Moos: Voice over IP - Standards und Technik
In: Unterrichtsblätter, 7/2001, Deutsche Telekom AG, S. 398-408

http://roland.moos.bei.t-online.de/downloads/DTAG_VoIP.pdf

Abgerufen am 12.07.2002

Otto /Diplomarbeit/

Hans-Ulrich Otto: Diplomarbeit, „Implementierung eines Audio-Konferenz-Tools für SUN-Workstations
Ilmenau 1994, Vorgelegt am Institut für Praktische Informatik

o.V. /Millionen Sparen mit VoIP ?/

ohne Verfasser: Millionen Sparen mit VoIP ?

<http://www.ecin.de/news/2002/10/16/04948/>

Abgerufen am 16.10.02

Reuter, Piontek /Ist VoIP alltagstauglich ?/

Markus Reuter, Michael Piontek: Ist Voice over IP alltagstauglich ?

In: Informationweek, 14/2001

<http://www.informationweek.de/print.php3?/channels/channel34/011452.htm>

Abgerufen am 24.10.2002

Schulzrinne /Comparison/

Henning Schulzrinne: Comparison of H.323 and SIP

<http://www.cs.columbia.edu/~hgs/sip/h323-comparison.html>

Abruf am 12.08.2002

Schulzrinne, Rosenberg /Comparison/

Henning Schulzrinne, Jonathan D. Rosenberg: A Comparison of SIP and H.323 for Internet Telephony

http://www.cs.columbia.edu/~hgs/papers/Schu9807_Comparison.pdf

Abruf am 24.09.2002

Schulzrinne, Rosenberg /SIP/

Henning Schulzrinne, Jonathan D. Rosenberg: The Session Initiation Protocol: Internet-Centric Signaling

In: IEEE Communications Magazine, 10/2000, S.134-141

Snom /Interoperabilität/

Ohne Verfasser: Interoperability List, snom100

http://www.snomag.de/download/Interop_List_eng.pdf

Abgerufen am 05.11.2002

Weiler /VoIP/

Lars Weiler: Voice over IP

<http://ds.ccc.de/077/voip>

Abgerufen am 17.09.2002

Zehl /Wirtschaftlichkeit/

André Zehl: Die Wirtschaftlichkeit von Internet-Telefonie-Basis-Diensten

Aachen 2001

