



IP Telefonie

Jan Frieders, LTT
Michael Bauer, LFI

Betreuerin: Dipl.-Math. Katja Bach

1 EINLEITUNG	4
2 WIE FUNKTIONIERT VOICE OVER IP?	6
2.1 grober Ablauf eines IP-Telefonats	6
2.2 Verbindungsaufbau	6
2.2.1 Session Initiation Protocol (SIP)	6
2.2.2 Uniform Resource Identifier (URI)	7
2.3 Vorbereitung für den Datentransport	8
2.3.1 Session Description Protocol (SDP)	8
2.3.2 Codecs	8
2.4 Datentransport	9
2.4.1 Real-Time Transport Protocol (RTP)	9
2.5 Qualität	9
2.6 Übertragungsprobleme	10
2.6.1 Datenübertragungsrate	10
2.6.2 Delay und Latency	10
2.6.3 Jitter	11
2.6.4 Fehlerrate	11
3 RUFNUMMERNSYSTEME	12
3.1 Erreichbarkeit über „normale“ Telefonnummern	12
3.2 ENUM	12
3.3 Vergabe spezieller Internet-Rufnummern	13
3.4 Not- und Sonderrufnummern	13
4 ÜBERGANG ZUM KLASSISCHEN FESTNETZ.....	15
5 WELCHE ENDGERÄTE GIBT ES?	17
5.1 Softphone-Lösung	17
5.2 VoIP-Telefon	17
5.3 VoIP-Adapter mit klassischem Telefon	18
5.4 Fritz!Box als Kombilösung	18
5.5 Software-Telefonanlage „Asterisk“	19
6 ERWEITERTE FUNKTIONEN.....	20

7 ANWENDUNGSGBIETE	21
7.1 Gesamtlösung für Geschäftskunden	21
7.2 VoIP im klassischen Telefonnetz	22
7.3 VoIP für Privatanwender	22
8 WAS KOSTET VOIP UND WELCHE ANBIETER GIBT ES?	23
8.1 Anschlussgebühren	23
8.2 Anschaffungskosten für Hardware	24
8.3 VoIP-Grundgebühr	24
8.4 VoIP-Gesprächskosten	24
9 WIE SICHER IST VOIP?	26
9.1 Sicherheit und Datenschutz:	26
9.2 Ausfallsicherheit:	27
10 WELCHE RECHTLICHEN ERFORDERNISSE ERGEBEN SICH?	28
11 SOFTPHONE-LÖSUNG SKYPE.....	30
11.1 Einführung	30
11.2 Besonderheiten	31
11.3 Vergleich Skype und SIP	32
13 AUSBLICK / FAZIT	34
ANHANG.....	35

1 Einleitung

Das Internet hat in den letzten Jahren einen immer höheren Stellenwert in unserer Gesellschaft eingenommen, sei es im privaten oder industriellen Bereich. Dabei hat sich das neue Medium als äußerst facettenreich erwiesen. Mit Hilfe einer Suchmaschine gelingt die Recherche zu bestimmten Themengebieten effektiv und einfach, Informationen zwischen Personen werden in elektronischer Form als Email versendet, die Verabredung zum Mittagessen erfolgt über die Datenautobahn per Chat.

Auf der Suche nach neuen Möglichkeiten ist die Internetgemeinde auf ein Thema aufmerksam geworden: die Internet-Telefonie.

Vor wenigen Jahren noch belächelt, ist spätestens seit der CeBIT 2005 klar, dass diese Technologie in einigen Jahren die klassische Festnetztelefonie verdrängen könnte. Dabei ist die Idee gar nicht mehr so neu. Bereits im Jahr 1995 brachte die israelische Firma VocalTec ein Windowsprogramm auf den Markt, welches Telefongespräche über das Internet ermöglichte. Das Anwendungsgebiet beschränkte sich damals noch auf die Verbindungsart PC zu PC, ein Übergang ins klassische Telefonnetz war nicht möglich, was die meisten Personen schon von vorneherein abgeschreckt hat. Wie beim CB-Funk (Citizen's Band: ein kostenfrei nutzbarer Sprech- und Datenfunk) konnten nicht beide Gesprächsteilnehmer gleichzeitig sprechen; die Verbindung lief halbduplex ab, also nur in eine Richtung. Hinzu kam noch die Tatsache, dass die Qualität nur mit einigem Wohlwollen als akzeptabel bezeichnet werden konnte.

Mittlerweile ist die Technik fortschrittlicher, der Vollduplexbetrieb ist ohne weiteres möglich. Durch die Verbreitung von schnelleren Internetanschlüssen ist eine Verbindungsqualität erreichbar, die der der Festnetztelefonie in nichts nachsteht. Ferner stellt der Übergang vom IP-Telefon zum normalen Anschluss bzw. umgekehrt kein Problem mehr da.

Interessant ist die Tatsache, dass früher das Telefonnetz benutzt wurde, um Daten von einem Punkt zu einem anderen zu übertragen. Die technologische Weiterentwicklung bis zum heutigen, auch für Privatanwender erschwinglichen Breitbandanschluss brachte eine Trennung zwischen Sprache und Daten mit sich, da die Kapazitäten des Telefonnetzes zu gering waren, um die auftretenden Datenvolumen verarbeiten zu können. Voice over IP (VoIP) führt hier wieder einen Zusammenschluss herbei, diesmal allerdings wandert die Sprache über das Datennetz.

Die Tatsache, dass so gut wie jeder Haushalt einen herkömmlichen Telefonanschluss besitzt, wirft allerdings die Frage auf, was an der neuen Technologie dazu bewegen kann, sich auf unbekanntes Terrain vorzuwagen und umzusteigen.

Was bietet VoIP, das uns die herkömmliche Telefonie vorenthält? Welche Anwendungsgebiete ergeben sich? Aber auch welche Risiken birgt die neue Technik?

Auf jeden Fall scheint ein großes Potential vorhanden zu sein, denn nicht umsonst versuchten einige hundert Telefongesellschaften vergeblich, VoIP-Software per Gesetz zu verbieten.

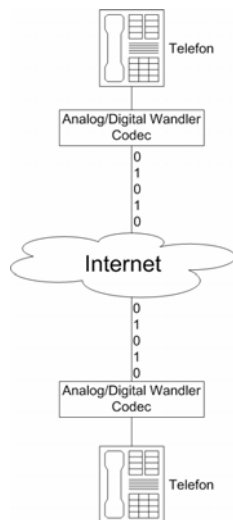
Das vorliegende Skript bietet dem Leser eine Hilfestellung: Grundlegende Begriffe werden genauso erläutert wie das Funktionsprinzip; Vorteile, aber auch Probleme werden angesprochen und bewertet.

Momentan auf dem Markt verfügbare Produkte und solche in Entwicklung werden beleuchtet, die Frage, für wen sich der Umstieg lohnt beantwortet.

2 Wie funktioniert Voice over IP?

Ähnlich wie bei einem klassischen Telefonat können auch VoIP-Verbindungen in einzelne Abläufe eingeteilt werden. Das Kapitel gibt eine Kurzbeschreibung des Ablaufs, anschließend werden die einzelnen Abschnitte sowie die technische Seite genauer erklärt.

2.1 Ablauf eines IP-Telefonats



Der Sender wählt den Empfänger anhand einer Nummer oder einer eindeutigen Zeichenkombination aus; die Verbindung wird, falls möglich hergestellt. Die zu übermittelnde Sprache wird beim Sender durch einen Analog/Digital-Wandler und mit Hilfe eines Codecs in einen Datenstrom gewandelt. Dieser wird aufgeteilt und in IP-Pakete gepackt, welche im Anschluss ihren Weg durch das Internet zum Empfänger zurücklegen. Der Ablauf hier ist entspricht dem umgekehrten Weg: Aus den einzelnen Paketen wird wieder ein Datenstrom zusammengesetzt; der gleiche Codec wie beim Sender sowie ein Digital/Analog-Wandler übersetzen diesen dann in für den Empfänger verständliche Sprache. Die Rollen des Senders bzw. Empfängers wechseln während eines Gesprächs permanent.

2.2 Verbindungsaufbau

Jeder Besitzer eines klassischen Telefonanschlusses bekommt eine oder mehrere feste Rufnummer(n) zugewiesen, unter denen er erreichbar ist. Vom Prinzip her gilt dies auch für VoIP, allerdings bezieht sich die entsprechende Nummer hierbei auf die IP-Adresse, welche bei dem größten Teil der Internet-User nicht statisch ist, also sich bei erneuter Einwahl ins Netz ändert. Es muss gewährleistet sein, dass einem Sender zu jedem Zeitpunkt bekannt ist, unter welcher IP-Adresse der gewünschte Empfänger zu erreichen ist.

Eine Technik, die sich durchzusetzen scheint, arbeitet mit einem System ähnlich dem von Chatprogrammen wie z.B. ICQ. Im Internet verfügbar sind so genannte SIP-Server, welche es dem User erlauben, sich zeitlich befristet anzumelden und seine aktuelle IP sowie eine eindeutigen Kennung zu hinterlassen. Andere Teilnehmer, welche ebenfalls den SIP-Standard erfüllen, haben die Möglichkeit, an diesen Servern die momentane IP einer bestimmten Kennung zu erfragen und sind somit in der Lage, den gewünschten Gesprächspartner zu kontaktieren.

Neben dem SIP-Standard gibt es noch andere Techniken, z.B. H.323. Gerade in den Anfangstagen von VoIP war letzterer Standard weit verbreitet und wird auch heute noch von Microsofts NetMeeting eingesetzt. Es ist jedoch nach dem momentanen Stand der Dinge abzusehen, dass diese Techniken für immer in der Versenkung verschwinden werden. Aus diesem Grund bleiben sie hier unberücksichtigt.

2.2.1 Session Initiation Protocol (SIP)

Vor der Kommunikation der Teilnehmer muss gewährleistet sein, dass die SIP-Endpunkte einander bekannt sind.

Die Aufgabe des Session Initiation Protocols ist die Erfragung der aktuellen IP-Adresse des Empfängers beim SIP-Server sowie die Übermittlung der

Authentifizierungsdaten; es verschickt eine Anfrage an den ermittelten Zielrechner und stellt die Verbindung her. Nach Beenden der Sitzung schließt es diese wieder. Dabei handelt es sich bei SIP - wie auch bei http oder SMTP - um ein textbasiertes Protokoll. Seine Hauptaufgabe ist die Initialisierung bzw. Beendung einer VoIP-Session, überdies ist es jedoch technisch in der Lage, als Basis für andere Anwendungen wie Videoübertragung oder Online-Spiele zu dienen.

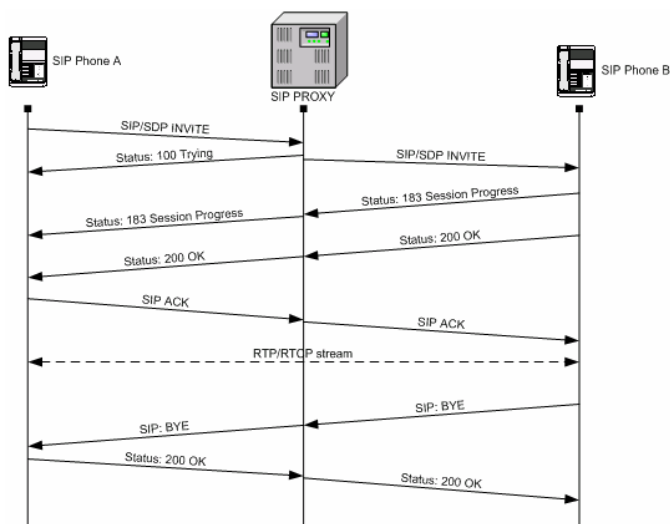
Um die nötige Kommunikation durchzuführen, stehen SIP einige grundsätzliche Übermittlungsbefehle zur Verfügung:

- INVITE: stellt eine Verbindungsanfrage beim SIP-Server bzw. SIP-Endpunkt
- ACK: verschickt Bestätigungen
- BYE: beendet eine Verbindung
- CANCEL: bricht den momentanen Vorgang ab
- REGISTER: sendet eine Anfrage an den SIP-Server, die aktuelle IP der entsprechenden URI zuzuordnen
- OPTIONS: weitere Optionen

Statusmeldungen werden parallel dem HTTP-Protokoll im Zahlenformat verschickt, einige lauten wie folgt:

- 1xx: Informationsvermittlung wie „Versuchungsbuch“ etc.
- 2xx: Statusmeldung wie „Verbindung erfolgreich hergestellt“
- 4xx: Fehlermeldungen von Seiten des Clients
- 5xx: Fehlermeldungen von Seiten des Servers
- ...

Die folgende Abbildung verdeutlicht die Funktionsweise des Protokolls, der Ablauf entspricht dem Funktionsprinzip des „Three-Way-Handshakes“:



2.2.2 Uniform Resource Identifier (URI)

Zur eindeutigen Identifizierung an einem SIP-Server ist neben der IP-Adresse auch eine Kennung nötig, welche für jeden User statisch ist und beantragt werden muss. Es gibt im Internet zahlreiche kostenlose und -pflichtige Anbieter, die SIP-Adressen

im URI-Format vergeben. Aufgrund von Problemen bei den Endgeräten, die meist noch keine SIP-Adressen im angegebenen Format verarbeiten können, müssen momentan noch normale Rufnummern als Ersatz herhalten, welche dann nachträglich in einen URI verwandelt werden.

Die Abkürzung URI wird oft mit URL (Uniform Resource Locators) gleichgesetzt, was jedoch nicht korrekt ist. URL ist eine Unterklasse von URI, eine weitere Subklasse ist beispielsweise URN (Uniform Resource Names).

Uniform Resource Identifier setzen sich aus zwei Teilen zusammen, als Beispiel dient hier „<mailto:max@mustermann.de>“. Während der Part vor dem Doppelpunkt das so genannte Schema, also den Typ der URI angibt, enthält Teil zwei die entsprechenden Attribute. Weitere Schemata sind z.B. http, ftp oder eben sip.

2.3 Vorbereitung für den Datentransport

Vom Verbindungsaufbau zur Übertragung der Gesprächsdaten ist es noch ein weiter Weg. Zwischen beiden Endpunkten muss ein Codec sowie ein Transportprotokoll ausgehandelt werden, um eine problemlose Kommunikation zu gewährleisten.

2.3.1 Session Description Protocol (SDP)

Nachdem die Verbindung zwischen den beiden Endpunkten hergestellt wurde, müssen weitere Details für die Verbindung geklärt werden. Neben der Auswahl des Transportprotokolls und weiteren Optionen ist hier die Auswahl des zu verwendenden Codecs besonders entscheidend, da hierdurch die Qualität der Verbindung maßgebend beeinflusst wird.

2.3.2 Codecs

Die begrenzte Bandbreite des Übertragungsnetzes sowie der limitierte Speicherplatz erfordern eine Datenkompression des Signals durch Codecs. Diese verringern die oben genannten Probleme, jedoch gleichzeitig auch die Qualität der Übertragung. Vergleichbar mit MP3 werden Informationen, wie z.B. Frequenzen, die das menschliche Ohr nicht wahrnehmen kann, ausgefiltert. Es wird also ein Kompromiss gesucht, der hauptsächlich von der Infrastruktur der Verbindung zwischen den beiden Endpunkten abhängt. Beispielsweise kann innerhalb eines lokalen Netzwerkes, in dem die Übertragungsgeschwindigkeit sehr hoch ist, ein qualitativ hochwertigerer Codec verwendet werden als bei einer Verbindung, die über einen ISDN-Anschluss hergestellt wird.

Neben der Kompression der Daten müssen Codecs mit Paketverlusten bei der Übertragung über das Netz umgehen sowie die richtige Reihenfolge der Pakete wiederherstellen können, was aufgrund der unterschiedlichen Laufzeiten zu einem Problem werden kann.

Im Folgenden eine Auflistung der momentan bei VoIP verwendeten Codecs sowie der benötigten Bandbreiten:

- G.711a / G.711u (64 kbit/s)
- G.722 (48, 56 oder 64 kbit/s)
- G.723.1 ACELP (5,6 kbit/s)
- G.726 (16 kbit/s)
- G.726 (24 kbit/s)
- G.726 (32 kbit/s)
- G.726 (40 kbit/s)
- G.728 (16 kbit/s)
- G.729 / G.729A (8 kbit/s)

Bei VoIP-Softphones findet meistens der G.729A-Codec Verwendung, die sonstige IP-Telefonie läuft hauptsächlich mit dem G.711-Codec, welcher ebenfalls bei ISDN eingesetzt wird. Schmalbandige Internetverbindungen nutzen zur Kompression alternativ den G.729-Codec. Dieser benötigt nur einen Bruchteil der Bandbreite von G. 711, liefert aber noch annehmbare Ergebnisse.

2.4 Datentransport

Nachdem alle Vorbereitungen zur erfolgreichen Kommunikation abgeschlossen sind, beginnt der eigentliche Teil der Telefonie, die Datenübertragung. Grundvoraussetzung für ein qualitativ akzeptables Telefonat ist die schnellstmögliche Übertragung der Daten vom Sender zum Empfänger, was die nachfolgende Software sicherstellen soll.

2.4.1 Real-Time Transport Protocol (RTP)

Zur Erklärung des Protokolls eignet sich der Vergleich mit einer „sehr kundenfreundlichen“ Poststelle. Anders als in der Realität sorgt der imaginäre Versandhandel neben dem eigentlichen Versenden der Datenpakete zusätzlich für die ordnungsgemäße Verpackung. RTP wird, um einen kontinuierlichen und möglichst in Echtzeit ablaufenden Datenstrom zu ermöglichen, über UDP (User Datagram Protocol, verbindungslos) betrieben. Dieses garantiert zwar nicht, dass die einzelnen Pakete wirklich ankommen, sorgt allerdings für die benötigte Geschwindigkeit.

2.5 Qualität

Die konventionelle Telefonie stellt momentan den Standard für die Gesprächsqualität dar, an dem sich VoIP messen lassen muss, und den es gilt, wenigstens annähernd zu erreichen.

Aus der oben angesprochenen Verwendung des UDP-Protokolls, welches keine Paketkontrolle bietet, geht hervor, dass es zu keiner gesicherten Übertragungsqualität kommt. Durch die Verbreitung von Breitbandanschlüssen wie DSL spielt dies jedoch nur eine untergeordnete Rolle. Verglichen mit der Qualität von Mobilfunknetzen ist VoIP als hochwertiger einzuordnen, und bei der aktuellen Verbreitung von Handys wird vermutet, dass geringe Qualitätseinbußen bei den Kunden in Kauf genommen werden.

Ein weiterer Grund für die schwankende Qualität ist die fehlende oder nicht beachtete Priorisierung der IP-Pakete im Internet. Heutige Router beachten dieses

im IP-Protokoll enthaltene Feature nicht, es besteht die Hoffnung, dass IPv6 hier weitestgehend Abhilfe schaffen wird.

Neben der zur Verfügung stehenden Bandbreite spielt der zur Datenkompression verwendete Codec eine wichtige Rolle; ein Vergleichswert steht mit dem Mean Opinion Score (MOS) zur Verfügung, welcher durch festgelegte Tests durch das Empfinden mehrerer Versuchspersonen festgelegt wird. Dabei steht ein Index von 1(schlecht) bis 5(exzellente) zur Verfügung, um eine entsprechende Bewertung vorzunehmen.

Der in der klassischen Telefonie eingesetzte G.711-Codec erhält hier den Wert 4,4, die ebenfalls häufig verwendeten Codecs G.729/G.729A erreichen immerhin noch 4,2 auf der Skala. Allgemein gilt die Regel, dass ein Codec, dessen MOS über 4,0 liegt, annehmbare Ergebnisse bei der Übertragungsqualität liefert.

2.6 Übertragungsprobleme

Die Grundvoraussetzung für ein reibungsloses IP-Telefonat ist die schnellstmögliche Übertragung der Datenpakete vom Empfänger zum Sender. Um ein störungsfreies Gespräch zu führen, wird als oberste Grenze ein zeitlicher Bereich von 100 bis 150 ms angegeben. Welche Probleme können auftreten, unter denen die Qualität leidet?

2.6.1 Datenübertragungsrate

Sie gibt an, wie viele Daten pro Zeiteinheit verschickt werden können. Bei Betrachtung der benötigten Netto- sowie Bruttobandbreite können erhebliche Unterschiede entstehen, was verschiedenste Ursachen haben kann.

Beispielsweise werden Netzkapazitäten von Routern nicht immer bestmöglich genutzt, entweder entsteht Leerlauf oder es treten Kollisionen auf, die die Performance herabsetzen.

Ferner ist zu bedenken, dass neben den reinen Nutzdaten zusätzlich eine große Anzahl an Protokollinformationen wie Adress- oder Steuerparameter mit versandt werden, was einen nicht zu unterschätzenden Teil der Bandbreite in Anspruch nimmt. Router kommunizieren in regelmäßigen Abständen ebenfalls untereinander, was über den normalen Übertragungskanal abläuft.

Eine natürliche Grenze der Datenübertragungsrate bildet die physikalische Beschaffenheit des Netzes, im folgenden Kapitel genauer erläutert.

2.6.2 Delay und Latency

Bei der VoIP-Technik versteht man unter den beiden Begriffen Verzögerung (Delay) sowie Latenz (Latency) die Zeitspanne zwischen dem Erzeugen des Signals durch den Sender und dem Eintreffen beim Empfänger.

Die Ausbreitungsverzögerung (Propagation Delay) ist eine physikalisch bedingte Größe und hängt vom verwendeten Übertragungsmedium ab. Beispielsweise benötigen Daten, die per Glasfaser übertragen werden, für eine halbe Erdumrundung rund 100 ms, wenn man als „Wire-Speed“ 200000 km/s ansetzt.

Satellitentechnik ist hier vom Grundsatz zwar schneller (die Vakuumgeschwindigkeit der elektromagnetischen Wellen wird mit 300000 km/s angesetzt), allerdings dauert die Übertragung von Boden zu Satellit und zurück schon 250 ms. Bedenkt man, dass, je nachdem, wohin die Daten gesendet werden sollen, die Nutzung mehrerer Satelliten anfällt, ergibt sich schnell eine Übertragungsverzögerung von mehr als 500 ms.

Des Weiteren wird noch eine gewisse Zeit benötigt, um die Daten auf die Leitung aufzulegen und versandfertig zu machen. Diese Zeitspanne, die so genannte

Aufreihungsverzögerung (Serialization Delay), ist sehr gering, trägt aber ebenfalls ihren Teil zur Gesamtverzögerung bei.

Wird die von den Paketen zurückzulegende Strecke berücksichtigt, wird ein weiterer Nebeneffekt erklärbar.

2.6.3 Jitter

Pakete benutzen häufig unterschiedliche Wege bis zum Endpunkt, auch ändert sich die Netzbelastung permanent. Dies kann zu extrem unterschiedlichen Verzögerungszeiten der einzelnen Pakete führen. Im Telefonnetz tritt dieser als Jitter bezeichnete Effekt aufgrund der Leitungsvermittlung nicht auf, in paketvermittelnden Systemen kann es jedoch zu erheblichen Differenzen kommen. Zur Effektvermeidung werden die ankommenden Pakete in einem FIFO-Speicher abgelegt und künstlich verzögert in bestimmten Abständen weitergeleitet.

2.6.4 Fehlerrate

Beim Datentransport können Verfälschungen der Daten auftreten, ferner dürfen Router unter bestimmten Umständen IP-Pakete verwerfen, was einen Kompletterverlust der Informationen zur Folge haben kann. Eine entsprechende Kontrollmöglichkeit fehlt aufgrund der Verwendung von UDP als Protokoll.

3 Rufnummernsysteme

Um jemanden per Telefon zu erreichen, dessen Nummer gerade nicht bekannt ist, wird heutzutage entweder zum klassischen Telefonbuch gegriffen oder zu seinem elektronischen Nachfolger im Internet. Automatisch stellt sich die Frage, wie diesbezüglich mit der Voice over IP-Technologie zu verfahren ist, welches Verfahren bietet sich an, um die Daten der Nutzer zu speichern und übersichtlich wiederzugeben.

3.1 Erreichbarkeit über „normale“ Telefonnummern

Zur Anfangszeit des VoIP-Booms haben die einzelnen IP-Telefonie-Anbieter schnellstmöglich nach einer für sie brauchbaren Lösung des Problems gesucht und kamen auf die Idee, ein Kontingent konventioneller Festnetznummern zu erwerben, um diese als VoIP-Nummern weiter zu verkaufen. Der große Nachteil liegt auf der Hand: jemand aus Hamburg erstet wahllos eine IP-Nummer, welche beispielsweise die Vorwahl von Köln beinhaltet. Das Durcheinander ist leicht vorstellbar. Die entsprechende Regulierungsbehörde hat dem auch schnell einen Riegel vorgeschoben und die Nummernvergabe dadurch beschränkt, dass nur Personen, die einen Wohnsitz in dem jeweiligen Vorwahlgebiet besitzen auch berechtigt sind, eine Telefonnummer dieser Vorwahl zu erwerben. Bei über 5000 Ortsnetzen bundesweit wäre es für kleinere Unternehmen unmöglich, einen flächendeckenden Service anzubieten.

3.2 Electronic Numbering (ENUM)

Ein vielversprechender Ansatz ist das ENUM-Verfahren, bei welchem die vorhandene Telefonnummer umgedreht und mit Punkten unterteilt wird. Diese Ziffernfolge wird als Subdomain (Teilbereich einer Domäne) angesehen und den beiden Domänen (zusammenhängender Namensbereich im Netzwerk) e164.arpa vorangestellt. 0 24 1 80 25 27 9 wird dann zu 9.7.2.5.2.0.8.1.4.2.0.e164.arpa.

ENUM steht für „Electronic Numbering“ oder „Telephone Number Mapping“. Es fungiert ähnlich einem DNS-Server, mit dem Unterschied, dass hier Telefonnummern und nicht Computernamen zu Internetadressen aufgelöst werden.

Als momentan einziges Land hat Österreich den Testbetrieb des Verfahrens beendet und setzt es schon erfolgreich zur Vergabe von Rufnummern ein. Deutschland wird voraussichtlich im Dezember dieses Jahres folgen.

Der Ablauf des ENUM-Verfahrens ist denkbar einfach: Benötigt wird entweder ein Endgerät, welches ENUM als Look-Up-Verfahren (Auflösung der gewählten Nummer in die entsprechende IP-Adresse) unterstützt, oder aber ein Provider, der den Service von sich aus anbietet. Wird nun eine Nummer gewählt, wird automatisch geprüft, ob eine passende ENUM-Domäne existiert. Sollte dies der Fall sein, wird der Anruf an die entsprechende Adresse (z.B. VoIP-, Handy-, Festnetznummer, eMail-Adresse, etc.) vermittelt. Sollte kein Eintrag im ENUM-Server vorhanden sein, wird die eingegebene Rufnummer angerufen. Hinzukommt noch die Möglichkeit, für eine ENUM-Domäne mehrere Einträge zu hinterlassen, welche dann durch Priorisierung nacheinander abgearbeitet werden. Ist zum Beispiel als oberstes eine SIP-Nummer angegeben und das Endgerät nicht erreichbar, weil der Computer aus ist, so wird die Adresse mit der nächst höheren Priorität auf Erreichbarkeit geprüft usw.

Um eine ENUM-Nummer zugeteilt zu bekommen, müssen bestimmte Voraussetzungen erfüllt sein. Die entsprechende Rufnummer muss zum einen im deutschen Rufnummernplan vorhanden sein, zum anderen muss der Nutzer das Recht auf Verwendung derselben besitzen. Ferner dürfen nur Telefonnummern Verwendung finden, die aus einem Orts- oder Handynetz stammen, oder solche, die für gebührenfreie Dienste (0800) oder als persönliche Rufnummer (0700) vergeben wurden.

Problematisch ist die Tatsache, dass der Anrufer nicht entscheiden kann, wohin der ENUM-Server ihn weiterleitet. Sollte irgendwelche Kosten entstehen, muss dieser diese übernehmen, was evtl. zu Missbrauch führen kann.

3.3 Vergabe spezieller Internet-Rufnummern

Aus dem Verbot der Bundesbehörde, Telefonnummern bundesweit zwecks Internet-Telefonie zu vergeben, wurde ein anderes Verfahren ersonnen. Genauso wie bei der Handylvorwahl 01 wurde im August 2005 der Vorwahlblock 032 für die IP-Telefonie vergeben, eine Registrierungsmöglichkeit auf der entsprechenden Homepage ist allerdings noch nicht gegeben. Gefolgt von einem Ziffernblock, der einen bestimmten Provider darstellt, und der eigentlichen Rufnummer verspricht man sich eine Lösung des Problems, was bis jetzt jedoch an der fehlenden Erreichbarkeit von IP-Nummern aus dem Fest- oder Mobilfunknetz scheiterte. Es bleibt abzuwarten, wie das System bei den VoIP-Betreibern ankommt, die einzelnen Vorwahlblöcke sind bereits vergeben, interessant ist hier, dass die Deutsche Telekom keinen Zuschlag auf einen der Blöcke erhalten hat.

Hervorzuheben ist, dass die vergebenen Rufnummern in keiner Weise ortsgebunden sind; das Problem der flächendeckenden Erreichbarkeit ist für Anbieter damit vom Tisch. Der Kunde hat den Vorteil, egal wo er sich gerade befindet, immer unter derselben Rufnummer verfügbar zu sein, vorausgesetzt, er hat Zugang zum Datennetz.

Verbraucherschützer sehen das Verfahren jedoch längst nicht so rosig. Für sie stellt die eindeutige Identifizierbarkeit der Rufnummer als IP-Nummer eine Gefahr dar, außerdem könnten Anbieter Verbindungen zu einer solchen Vorwahl permanent verteuern. Ferner sind unerwünschte Spit-Anrufe (Spam over Internet Telephony) von Sprachcomputern denkbar, die den VoIP-Kunden mit lästigen Anrufen belästigen könnten.

Der Erfolg der neuen Rufnummern bleibt abzuwarten. Die Industrie reagierte verhalten auf die Meldung der Regulierungsbehörde, es sei nicht sicher, bis wann die weltweite Erreichbarkeit ermöglicht würde, hieß es von Seiten der Anbieter.

3.4 Not- und Sonderrufnummern

Bundesweit gilt die Telefonnummer 110 als Polizeinotruf; in anderen Ländern ist dies evtl. eine andere Nummer. Bei der klassischen Telefonie wird, wenn der Notruf gewählt wird, eine Lokalisierung des Anrufers vorgenommen, um ihn anschließend mit der nächstgelegenen Dienststelle zu verbinden. Bei VoIP ist der Anschluss nicht ortsgebunden, was dem oben genannten Notrufverfahren einen Strich durch die Rechnung macht. Der Benutzer ist weltweit unter derselben Nummer erreichbar, sollte er sich also gerade in München befinden und einen Notruf absetzen, so hat er in der Regel kein Interesse daran, dass eine Polizeidienststelle in seiner Heimatstadt Hamburg den Notruf entgegennimmt.

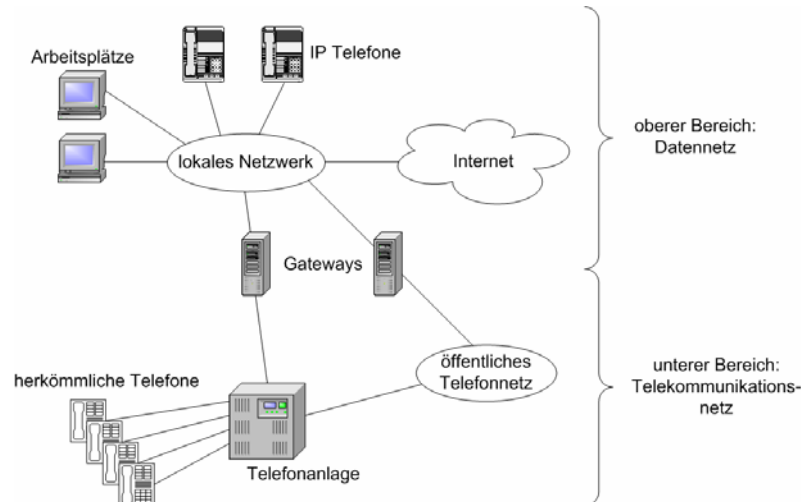
Bei so genannten „Röchelnotrufen“, bei denen der Anrufer nicht mehr verständlich seine Beschwerden durchgeben kann, ist es durch die Ortung des entsprechenden Festnetztelefons möglich, auf schnellstmögliche Art und Weise Hilfe zukommen zu lassen, was bei VoIP so nicht realisierbar ist. Zur Lösung dieses Problems ist ein erster Ansatz die Herausgabe von Kundeninformationen von Seiten des Anbieters, allerdings wird hierbei noch nicht berücksichtigt, dass die Person in Notlage sich gar nicht unbedingt zu Hause aufhalten muss.

Ein nicht so wichtiges, jedoch weiteres Defizit ist das teilweise Nichterreichen von Sonderrufnummern wie z.B. 01805-Nummern. Dabei ist nicht unbedingt die technische Umsetzung das Problem, sondern eher die Abrechnung. Da Sonderrufnummern fest tarifiert sind, sparen VoIPler sowieso kein Geld gegenüber dem Festnetz, was aber machen Personen, die gar keinen klassischen Telefonanschluss besitzen?

Hier gilt es also, beim Anbieter nachzufragen, ob er die Verbindung zu Sonderrufnummern unterstützt.

4 Übergang zum klassischen Festnetz

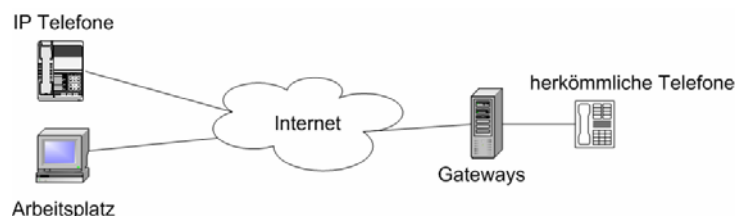
Das nachfolgende Bild verdeutlicht die momentane Situation bzgl. der beiden Netze. Im oberen Bereich ist das paketbezogene Datennetz abgebildet, welches über Gateways mit dem herkömmlichen Telekommunikationsnetz verbunden ist.



Generell kommt ein Gateway dann zum Einsatz, wenn die Informationen, die übertragen werden sollen, in irgendeiner Form verändert werden müssen. Die Umwandlung erfolgt heutzutage vollduplex und mit Hilfe extrem leistungsstarker Rechner, um eine möglichst kurze Verzögerungszeit zu erhalten.

Häufigster Anwendungsfall ist der wie oben in der Skizze dargestellte Übergang zwischen den beiden Netzen.

Im Folgenden sind unterschiedliche Situationen aufgeführt, die in diesem Zusammenhang auftreten können:



Dargestellt ist eine Datenübertragung von einem IP-Endgerät zu einem klassischen Telefon oder umgekehrt. Dieser Fall tritt beispielsweise auf, wenn aus einer Firma heraus, die intern VoIP nutzt, ein Gespräch ins externe Telefonnetz geführt wird.



Denkbar ist eine Firma, welche zwei örtlich getrennte Filialen besitzt, die jeweils intern per VoIP kommunizieren. Der Gateway der Sender-Filiale wandelt den Datenstrom aus dem IP-Netz so um, dass dieser über das herkömmliche Telefonnetz vermittelt werden kann, auf der anderen Seite erhält der Empfänger-Gateway die Daten und wandelt diese zurück in IP-Pakete, welche an das entsprechende Endgerät weitergeleitet werden.

Generell ist die Übertragung per Datennetz kostengünstiger, weshalb angestrebt wird, möglichst wenig Wegstrecke im Telefonnetz zurückzulegen.

Neben der Inkompatibilität zwischen den beiden Hauptnetzen kann es auch innerhalb eines solchen zu Problemen kommen. Es gibt z.B. VoIP-Anbieter, die als Signalisierungsprotokoll SIP nutzen, während andere auf H.323 zurückgreifen. Angestrebt wird eine komplette und radikale Standardisierung; bis diese jedoch durchgesetzt ist, müssen andere Möglichkeiten für die Kommunikation zwischen unterschiedlichen Standards her. Auch hier kommen Gateways zum Einsatz, die die Daten umwandeln und weiterleiten.

Abhängig von der Zahl der unterschiedlichen Techniken steigt also die Anzahl der benötigten Gateways extrem an, was aus Gründen der Wirtschaftlichkeit unbedingt zu vermeiden ist – ein Argument, schnellstmöglich eine einheitliche Struktur zu schaffen, um konkurrenzfähig gegenüber der klassischen Telefonie zu werden bzw. zu bleiben.

5 Welche Endgeräte gibt es?

In Deutschland existieren bereits rund eine halbe Million VoIP-Anschlüsse. Verantwortlich für die schnelle Verbreitung der neuen Technik ist zum einen die kostenlose Bereitstellung und einfache Installation von Softphone-Programmen wie Skype, zum anderen aber auch die Strategie der kommerziellen Anbieter, die VoIP-fähige Hardware, wie Adapter für Telefone oder Router, zur Kundenbindung im Flatrate-Bereich förmlich zu verschleudern. Im Folgenden werden die verschiedenen Endgeräte-Lösungen vorgestellt und auch die Besonderheiten und Vorteile einzelner Modelle hervorgehoben. Der wirtschaftliche Aspekt der verschiedenen Lösungen wird in einem späteren Kapitel gesondert betrachtet.

5.1 Softphone-Lösung

Als Softphones bezeichnet man Programme, die in der Lage sind, über die von Betriebssystem und Hardware bereitgestellten Funktionalitäten VoIP-Kommunikation zu ermöglichen; zur Nutzung von Softphones ist also in jedem Fall ein Rechner mit Internetzugang erforderlich, der Übertragungsraten von mindestens 64 kBit/s ermöglicht. Eine weitere Voraussetzung ist eine vollduplexfähige Soundkarte oder der Einsatz eines USB-Headsets mit integriertem Soundchip.

Ist ein solcher PC vorhanden, lässt er sich mit wenigen Handgriffen VoIP-tauglich machen: Neben VoIP-Spezialisten wie Nikotel oder Sipgate bieten auch die großen Freemailer wie Freenet, GMX und Web.de mittlerweile kostenlose Clients zum Download an; außerdem wächst die Anzahl der erhältlichen SIP-fähigen Freeware-Programme. Die Programme unterscheiden sich teilweise erheblich in Funktionsumfang und Konfigurationsmöglichkeiten: Die Software der Freemail-Anbieter ist meist auf die eigenen Server und Gateways beschränkt, dadurch aber extrem leicht zu konfigurieren. Zudem ergeben sich häufig Probleme in Kombination mit Routern, da benötigte Funktionen wie die Unterstützung von STUN-Servern in den Programmen fehlen. Freeware-Programme wie X-Lite bieten fast immer umfangreichere Konfigurationsmöglichkeiten. Zu erwähnen sei hier auch die wohl bekannteste VoIP-Software Skype, deren Funktion und Besonderheit ein eigenes Kapitel gewidmet wurde.

Generell ist die Sprachqualität über Softphones von den jeweils bereitgestellten Codecs abhängig; bei Übertragungsraten unterhalb von 100 kBit/s im Up- und Download (ISDN, T-DSL light) ist ein Codec mit einer geeigneten Kompression zu wählen.

5.2 VoIP-Telefon

Ein so genanntes VoIP-Telefon bietet die Möglichkeit, Telefongespräche auch ohne vorhandene Telefonanlage (ISDN/Analog) zu führen. Für den Einsatz eines solchen Gerätes ist lediglich ein (Breitband-)Internetzugang nötig. Der Anschluss mehrerer VoIP-Telefone und PCs über einen Switch, wie in vielen Firmen derzeit praktiziert, ist möglich, setzt bei gleichzeitigen Telefonaten allerdings eine entsprechend große Bandbreite voraus, die sich an den jeweils von den Geräten verwendeten komprimierenden Codecs orientieren sollte.

Bekannte Hersteller sind 3COM, Cisco, Zyxel, Snom und Grandstream. Ihre Geräte bieten Funktionalitäten von konventionellen und ISDN-Telefonen wie z.B. Rückruf-Funktion und Nummernspeicherung, und unterstützen meist den SIP-Standard bzw. seine verschlüsselte Variante; sind jedoch durch fehlende Updatefähigkeit den Standards und eventuellen Sicherheitsrisiken der Zukunft nur bedingt gewachsen.

5.3 VoIP-Adapter mit klassischem Telefon

Ebenso wie beim VoIP-Telefon wird bei dieser Lösung direkt über den Internetzugang oder einen angeschlossenen Switch telefoniert; meist bietet der Adapter neben den oben erwähnten Funktionen auch den Anschluss mehrerer Telefone, so dass kein Switch benötigt wird.

Viele der Geräte können zusätzlich einen vorhandenen Festnetzanschluss integrieren, so dass der Anwender zwischen den beiden Anschlussarten wählen kann und auch Anrufe aus dem Festnetz angenommen werden können. Die Firma Grandstream war lange Zeit der einzige Anbieter von VoIP-Adaptoren für Privatkunden, jedoch haben mittlerweile etliche Hersteller von Routern wie Netgear, SMC, Siemens und Zyxel diesen Markt auch für sich entdeckt. In der Folge verschmolzen Routerfunktionalität und VoIP-Adapter immer mehr miteinander.

Im Allgemeinen ist diese Lösung nur in Verbindung mit Analog-Telefonen und -Anlagen zu betreiben, allein die Fritz!Box 7050 von AVM ermöglicht zusätzlich die Nutzung von ISDN-Anlagen und -Telefonen.

5.4 VoIP-Adapter am Beispiel der „AVM Fritz!Box“

Die AVM Fritz!Box 7050 vereint DSL-Modem, Router, WLAN und Telefonanlage für Festnetz in einem platzsparenden Gehäuse, und ist mit diesen Fähigkeiten momentan konkurrenzlos unter den kommerziellen Hardwareanbietern. 3 analoge Telefonanschlüsse, ein ISDN-Anschluss, eine USB-Schnittstelle sowie 2 Ethernetports für VoIP-Telefon und/oder PC wurden von Herstellerseite spendiert; man könnte das Gerät also auch als Switch nutzen. Über ein Konfigurationsinterface erhält



der Anwender Zugriff auf die wichtigsten Einstellungen, beispielsweise unterstützt die Fritz!Box bis zu zehn SIP-Accounts; Geräte anderer Hersteller bieten oft nur zwei. Das Interface ermöglicht dem Anwender, festzulegen, welche Rufnummern über welches Netz zu routen sind. Hierbei wird intelligent zwischen einander bedingenden Einträgen unterschieden: Ist beispielsweise jede Rufnummer beginnend mit „0“ als VoIP-Gespräch zu wählen, aber ein weiterer Eintrag weist z.B. die „01“ einem anderen Netz zu, so wird dies berücksichtigt. Die Notrufnummern 110 und 112 sind standardmäßig auf Festnetz eingestellt, eine Umstellung auf VoIP ist bei ihnen nicht möglich.

Die Fritz!Box bietet intelligentes Bandbreitenmanagement für VoIP und sichert so eine hohe Sprachqualität: Während der gleichzeitigen Nutzung von VoIP und PC wird bei Bedarf die Up- bzw. Downloadrate des PCs so weit gedrosselt, dass eine störungsfreie Kommunikation gewährleistet bleibt. Durch die automatische Auswahl komprimierender Codecs durch das Gerät wird zusätzlich die gleichzeitige Kommunikation zweier angeschlossener VoIP-Geräte ermöglicht.

Ein interner Volumenzähler ist vor allem für Nutzer eines DSL-Volumentarifs interessant, da eine Warnlampe aufleuchtet, sobald das vereinbarte Limit des Datenvolumens erreicht ist.

Regelmäßige Firmware-Updates und eine integrierte NAT-Firewall gewährleisten bestmöglichen Schutz vor unbefugtem Zugriff und runden dieses All-inclusive-Paket ab. Ähnliche Lösungen anderer Hersteller wie Siemens, Netgear, SMC, ... sind ebenfalls empfehlenswert; die Fritz!Box bleibt aber aufgrund der Vielzahl an Funktionen die flexiblere Wahl für ein Heimnetzwerk. Hier kann höchstens ein gut konfiguriertes Asterisk-System mithalten, welches aber einen zusätzlichen Rechner erfordert.

5.5 Software-Telefonanlage „Asterisk“

Die sogenannte Asterisk-Telefonanlage basiert auf einem PC, der mit der freien Software Asterisk – auch als Linux-Distribution erhältlich – ausgestattet wird.

Die Software übernimmt wie die Fritz!Box sowohl die Aufgaben einer konventionellen Telefonanlage, als auch VoIP-Dienste. Zusätzlich unterstützt sie diverse Audio-Codecs, so dass mittels Codec Translator Gesprächsdaten umgewandelt werden können, sofern zwei miteinander kommunizierende Endgeräte unterschiedliche Codecs benutzen. Der Application-Launcher sorgt zusätzlich für das Starten der dazugehörigen Einzelprogramme, wie z.B. des Voicemail-Systems oder der Verzeichnisdienste, während der Scheduler and I/O Manager die optimale Performance des Systems sicherstellt. Diverse Programmierschnittstellen gewährleisten die Kompatibilität mit unterschiedlichen Endgeräten und Protokollen, sowie den Codec-Support.

Die Hardware-Voraussetzungen für das Asterisk-System sind gering, was den Anschaffungspreis gegenüber professioneller Telekommunikationshardware im Rahmen hält. PCI-Karten mit zusätzlichen Kommunikationsschnittstellen für den Anschluss verschiedener Endgeräte sind im Handel erhältlich. Zusammen mit den passenden Treibern ermöglicht dies eine flexible Anpassung an die vorhandenen Geräte, was besonders für den Einsatz in kleineren Betrieben interessant ist. Das Asterisk-System benötigt eine Breitbandanbindung mit mindestens 128 kBit/s Upstream zur Ermöglichung zweier paralleler Telefongespräche.

Die vollständige Konfigurierbarkeit und Erweiterbarkeit macht das Asterisk-System zu einer sehr komplexen und für professionelle Dienste wie Callcenter prädestinierten Lösung.

6 Erweiterte Funktionen

Die heutigen IP-Telefonie-Produkte warten mit einer Reihe von Funktionen auf, die zum Teil auch schon konventionelle Telefonanlagen boten. Hier eine kleine Übersicht:

Mehrwertdienste wie Anklopfen, Rufumleitung, Wiederwahl und Halten sind bereits von modernen Telefonanlagen bekannt und finden sich in VoIP-Telefonen wieder, ebenso eine Konferenzsteuerung, die die Möglichkeit bietet, mehrere Teilnehmer zu einer Konferenz zusammenzuschalten.

Mit Hilfe der Authentifizierungsfunktion wird über ID und Passwort die Identität des Users festgestellt. Über die Anrufprotokollierung werden bestimmte Daten vom System protokolliert, z.B. Anrufer, Telefonnummer des Anrufers, Dauer des Gesprächs, Uhrzeit des Gesprächs, etc. Anhand eines so genannten Call-Detail-Records (Protokoll über Anrufe und Details) können dann den Nutzern Rechnungen erstellt werden.

Das Routing der Anrufe kann in Abhängigkeit von Berechtigungen und Tageszeit erfolgen.

Fernwartung der Geräte ist möglich; diese kann über Web-basierte Tools vorgenommen werden.

Offene Schnittstellen erlauben es anderen Anbietern, Anwendungen für Protokollierungs- und Abrechnungsdaten, Call-Center und Quality-of-Service bereitzustellen.

Der Lastenausgleich bei der Verwendung der Gateways sorgt für eine gleichmäßige Verteilung der Last auf mehrere Gateways.

Benutzer in anderen Zonen können mittels eines hierarchischen Systems sogenannter Gatekeeper aufgefunden werden; die Administration der Gatekeeper wird durch das Simple Network Management Protocol ermöglicht. Durch eine Konfiguration als „Hot Standby-System“ kann bei Ausfall des primären Gatekeepers auf den sekundären umgestiegen werden.

Die oben beschriebenen Funktionen werden jedoch nicht zwangsläufig von jedem VoIP-Produkt unterstützt, da es zum Teil noch keine Standards gibt; etabliert sich in der Zukunft ein Standard, kann es sein, dass das gegenwärtige Produkt dazu nicht konform ist. Vor der Anschaffung eines Gerätes aufgrund bestimmter Funktionen ist deshalb zu recherchieren, ob dafür bereits Standards existieren oder nicht.

7 Anwendungsgebiete

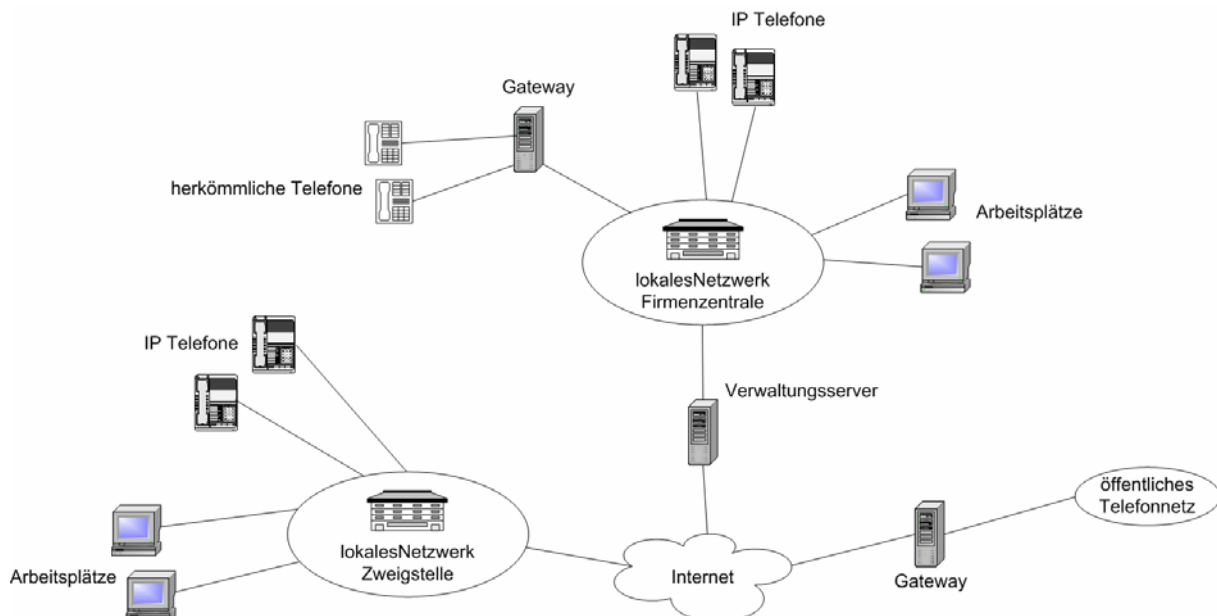
Wer nutzt eigentlich VoIP? Ist die Technik bei der momentanen Marktlage nur für Businesskunden lohnenswert oder können auch Privatanwender Vorteile aus der IP-Telefonie ziehen?

7.1 Gesamtlösung für Geschäftskunden

Die Marktforschungsfirma Deloitte hat in einer Studie, bei der rund 130 Unternehmen befragt wurden, herausgefunden, dass bis zum Jahr 2006 rund 30 % aller Firmen planen, sowohl Telefonanlage als auch Endgeräte auf IP-Technik umzurüsten.

Hauptgrund für den Umstieg ist in den meisten Fällen eine erhoffte Kosteneinsparung; ferner spielen die erweiterten Funktionsmöglichkeiten eine gewichtige Rolle.

Die folgende Abbildung eines VoIP-Anbieters für Firmen zeigt exemplarisch, wie die neue Technologie in die Infrastruktur eingebettet wird.



Zusätzlich erhält eine Firma heutzutage ein Gateway, welches an das öffentliche Telefonnetz angeschlossen wird. Innerhalb der Firma wird also auf IP-Telefonie zurückgegriffen, und das nicht nur in der Firmenzentrale, sondern auch in der Zweigstelle. Sobald ein externes Telefonat geführt werden soll, speist das Gateway den Anruf ins klassische Festnetz, bei Anrufen von außerhalb wird das Signal in den Datenstrom umgewandelt und intern paketbasiert verschickt.

Selten ist die Komplettumstellung aller Anschlüsse in einem Arbeitsgang. Viel häufiger ist der Fall, dass Teile einer Firma, bedingt durch Renovierung oder Neuerschließung, auf VoIP umgestellt werden. Intern wird dies durch ein weiteres Gateway geregelt. Nach und nach ist das neue Kommunikationsnetzwerk dann erweiterbar.

Als Vorteil dieser Lösung ist zuallererst die Kostenersparnis aufzuführen. Die Telefonkosten für Gespräche zwischen den örtlich getrennten Standorten lassen sich sparen, die für die Internetverbindung anfallenden Kosten sind entweder bei einer Flatrate gleich Null oder aber, bei anderen Zugangsarten, deutlich geringer als die Kosten vom Festnetz. Gleichzeitig wird die Infrastruktur innerhalb der Geschäftsstelle deutlich einfacher; es muss nur noch ein Netz gewartet werden, was zum einen dem

Administrator Arbeitszeit einspart, zum anderen weniger anfällig für Fehler ist als zwei laufende Netze.

Neuartige Funktionen erweitern die Möglichkeiten am Arbeitsplatz. Sollte VoIP per Computer benutzt werden, kann der gewünschte Gesprächspartner direkt aus einem Adressverwaltungsprogramm angerufen werden, das umständliche Heraussuchen und Eingeben der Nummer entfällt. Ferner ist es dann durch simples Hinzufügen eines Videokonferenzclients möglich, mittels Kamera Bildtelefonie zu betreiben, wozu lediglich eine Kamera benötigt wird.

In Callcentern kann der entgegenkommende Anruf direkt identifiziert werden. In der Kundendatenbank wird dann aufgrund der Rufnummer der Anrufer gesucht und dessen Kundendaten automatisch aufgerufen. Sollte der Kunde mit einem Mitarbeiter bereits Kontakt gehabt haben, so wird dies in der Datenbank vermerkt, beim nächsten Anruf wird er, wenn möglich, wieder mit demselben Mitarbeiter verbunden. Diese Techniken sparen Zeit, der Service wird dadurch individueller und kundenfreundlicher. Solche Ideen lassen sich beliebig erweitern bzw. firmengebunden spezialisieren.

7.2 VoIP im klassischen Telefonnetz

Eine ähnliche Technik wie die der nun erst bekannt gewordenen VoIP wird von Telefongesellschaften schon länger genutzt, um Kosten zu sparen.



Bei der konventionellen Telefonie wird pro Gespräch exklusiv eine Leitung zur Verfügung gestellt, was wirtschaftlich alles andere als optimal ist. Die Nutzung des Internet als Zwischenmedium gestaltet sich viel billiger, weshalb immer mehr Telefongesellschaften dazu übergehen, möglichst viel Weg im Datennetz zurückzulegen, um Kapazitäten zu sparen.

7.3 VoIP für Privatanwender

Obwohl zum jetzigen Zeitpunkt überwiegend Firmen von der neuen Technik profitieren, gibt es auch für Privatanwender einige Vorteile:

Hier ist besonders die Ortsunabhängigkeit zu erwähnen, die im Zeitalter der Mobiltelefone auch auf dem Privatsektor eine hohe Flexibilität ermöglicht.

Unter bestimmten Umständen ist auch eine erhebliche Kostenreduzierung möglich; Einzelheiten dazu werden im folgenden Kapitel behandelt.

8 Was kostet VoIP und welche Anbieter gibt es?

Mit schlagkräftigen Slogans wie „Telefonieren zum Nulltarif“ werben die großen Internetanbieter und Telefongesellschaften seit einiger Zeit neue Kunden für ihre VoIP-Dienste. Während Festnetz-Grundgebühren stetig steigen, verspricht die VoIP-Telefonie dem Anwender kostenlose Gespräche. Aber sind die Gespräche wirklich kostenlos? Im entstandenen Tarif-Dschungel zwischen monatlichen Grundgebühren und Gesprächskosten verliert der Anwender leicht den Überblick. Das folgende Kapitel soll diesbezüglich als Orientierung dienen und zusätzlich die Wirtschaftlichkeit der verschiedenen Endgerät-Lösungen veranschaulichen.

8.1 Anschlussgebühren

Die Kosten für einen VoIP-fähigen Internetzugang – möglichst ein Breitbandanschluss – verursachen für gewöhnlich den größten Teil der monatlichen Gesamtkosten. Grund genug, die einzelnen Posten auf der monatlichen Rechnung genauer zu betrachten:

Seit den späten neunziger Jahren, als das Internet begann, für die breite Masse erschwinglich zu werden, hat sich in Deutschland eine Vielzahl von Telekommunikationsanbietern etabliert, von denen der Großteil die Infrastruktur des Exmonopolisten Telekom mitbenutzt. Ein analoger Telefonanschluss bildet hier die unverzichtbare Basis für einen Internetzugang; der Preis beträgt aktuell 15,95€ im Monat. Lange Zeit versuchte die Telekom, Kunden per Preismodell zum Umstieg auf ISDN zu bewegen. Dieses Vorhaben wurde aufgrund der starken Konkurrenz auf dem Telekommunikationsmarkt und der Forderungen der Regulierungsbehörde aber eingestellt; stattdessen versucht man nun, die Gesprächskosten an die Konkurrenz anzupassen und dafür an den Grundgebühren zu verdienen: Seit seiner Einführung im Jahr 1999 stieg der Grundpreis für einen DSL-Anschluss von 5 Euro auf satte 17 Euro pro Monat. Für ein Gesamtpaket, bestehend aus Analoganschluss und DSL, bezahlt man heute bei der Telekom rund 33 Euro im Monat, evtl. zuzüglich Grundgebühr für den Online-Tarif und Verbindungskosten. Die DSL-Anbieter, die wie Arcor oder QSC zum Teil eigene Netze betreiben, unterbieten diese Preise jedoch deutlich: 30 Euro verlangt z.B. Arcor für einen DSL-Anschluss mit ISDN, inklusive eines 1GB-Volumen-Tarifs.

Es lohnt sich also, auf den teuren Analoganschluss der Telekom zu verzichten, wenn man eine Breitbandkomplettlösung sucht; auch QSC bietet eine solche Lösung an. Zu bedenken ist allerdings auch, dass zur Inbetriebnahme eines Anschlusses – ob für Telefon oder Breitband – bei einigen Anbietern einmalige Einrichtungsgebühren anfallen, die zwischen 50 und 150 Euro liegen.

Da VoIP-Telefonie möglichst einen Breitband-Internetanschluss erfordert, und mit den gängigen Codecs ein durchschnittliches Transfervolumen von 1,2 MB/min erreicht, ist eine DSL-Flatrate zu empfehlen: Die Nutzung eines DSL-Call-By-Call-Anbieters führt bei ständig sinkenden Gesprächskosten im Festnetz die Idee der möglichen Kostensenkung über VoIP ad Absurdum; Sowohl die Kosten des DSL-Anschlusses als auch die Preise pro Minute liegen hier höher als die Betriebskosten eines konventionellen Telefons. Eine echte Flatrate ohne Volumen- oder Zeitbeschränkung hingegen schlägt mit – je nach Anbieter – zwischen 5 und 15 Euro zu Buche.

Bei optimaler Zusammenstellung würde also ein VoIP-fähiger Internetzugang circa 35 Euro kosten; die Verfügbarkeit am Wohnort sei einmal außer Acht gelassen.

8.2 Anschaffungskosten für Hardware

Will man seinen Internet-PC VoIP-fähig machen, benötigt man in der Regel nur ein Breitbandmodem und ein Headset mit angemessener Sprachqualität; schon ist die Nutzung eines Softphones möglich. Die Kosten für ein Modem betragen je nach Ausstattung 40-200 Euro; in Verbindung mit einem Vertrag bei einem DSL- oder VoIP-Anbieter erhält man es meist sogar als Dreingabe kostenlos. Ein gutes Headset kostet zwischen 40 und 100 Euro. Im günstigsten Fall hätte man so mit 40 Euro für das Headset seinen PC VoIP-tauglich gemacht, wenn man die recht hohen Stromkosten durch den ständigen Betrieb eines PCs einmal unberücksichtigt lässt. Aufwendigere Lösungen mit zusätzlichen Endgeräten (VoIP-Telefon) und/oder Features (WLAN, Router, Switch) können schnell 500-1000 Euro verschlingen: Allein die Fritz!Box Fon WLAN 7050 liegt bei ca. 200 Euro, sofern sie separat angeschafft werden muss.

Falls kein PC zur Verfügung steht, ist VoIP nur mittels geeigneter oder angepasster Endgeräte möglich; der Preis eines VoIP-Telefons beträgt 75-300 Euro.

Verzichtet man auf die erweiterten Funktionen von VoIP-Telefonen, kann man mit dem alten analogen Gerät, welches in fast jedem Haushalt zu finden ist, weitaus günstiger auskommen: Ein Adapter für analoge Telefone kostet zwischen 40 und 200 Euro; benötigt man mehr als einen Anschluss, eignen sich Adapter mit integriertem Switch. Auch hier sei noch einmal auf die Fritz!Box hingewiesen, die momentan die ausgewogenste Lösung darstellt.

8.3 VoIP-Grundgebühr

Viele DSL-Provider haben mittlerweile auch den VoIP-Markt für sich entdeckt. Bekannte Anbieter sind beispielsweise 1&1, Strato, Aol, Freenet, GMX, Web.de, T-Online und QSC.

Ähnlich wie bei Telefonanschlüssen im Festnetz fordern auch einige dieser Betreiber monatliche Grundgebühren für die Nutzung ihrer Angebote, insbesondere wenn der Internetzugang des Kunden über einen anderen Provider läuft. Bei vielen VoIP-Anbietern ist die Wahl eines alternativen DSL-Providers nicht einmal möglich; dafür entfällt meist die Grundgebühr, die zwischen 2 Euro/Monat (Aol) und 8,90 Euro/Monat (Sipgate) beträgt.

8.4 VoIP-Gesprächskosten

Bei den Gesprächskosten für VoIP ist generell zwischen folgenden Verbindungsarten zu unterscheiden: Verbindungen ins Fest- und Mobilnetz, Verbindungen innerhalb des VoIP-Netzes des eigenen Anbieters und Verbindungen in das VoIP-Netz eines fremden Anbieters.

Verbindungen ins Fest- und Mobilnetz sind generell kostenpflichtig; hier unterscheiden sich die Tarife kaum von den reinen Festnetzgesprächen, denn die Telefongesellschaften lassen sich generell das sogenannte Interconnection-Entgelt für den Anruf aus einem Fremdnetz in ihr eigenes Festnetz vom Anrufer bezahlen.

Wenn in den Anzeigen der VoIP-Anbieter von „kostenlosen Telefongesprächen“ die Rede ist, bedeutet dies lediglich, dass keine Gebühren für die Gespräche innerhalb des Netzes des eigenen Anbieters anfallen. Verbindungen in das VoIP-Netz eines fremden Anbieters sind in der Regel kostenpflichtig, sofern das fremde Netz nicht zu den sogenannten Partnernetzen des eigenen Anbieters gehört: Um ein möglichst breites Angebot an kostenlosen Gesprächen für den Kunden zu gewährleisten, einigten sich viele Anbieter, beiderseitig ihre Netze für Verbindungen zu den jeweiligen Partnern zu öffnen. So können beispielsweise die Kunden der

Netzbetreiber Freenet, Web.de, Strato und Sipphone kostenlos miteinander kommunizieren, während für eine Verbindung z.B. ins AOL-Netz Gebühren in Höhe von ca. 0,5 Cent/Minute fällig werden. Verglichen mit den Kosten für einen Anruf ins Festnetz (ca. 1Cent/Minute, je nach Anbieter) ist eine reine VoIP-Verbindung also die günstigere Alternative, sofern der Gesprächspartner einen VoIP-Anschluss besitzt.

Seit einigen Jahren bieten Call-by-Call-Anbieter im deutschen Festnetz eine Vielzahl von Alternativen zum Tarif der Telekom an. Über spezielle Vorwahlnummern hat der Kunde die Möglichkeit, je nach Art des Gesprächs (Ortsgespräch, deutschlandweit, Ausland) den jeweils günstigsten Tarif zu wählen, vorausgesetzt, sein Telefonanbieter unterstützt Call-by-Call. Die Sparvorwahlen haben einen entscheidenden Nachteil: Die Tarife ändern sich ständig, vom Komfort beim Wählen ganz zu schweigen. Bei teuren Auslands- oder Mobilfunkgesprächen rentiert sich jedoch der Aufwand; beim Anruf einer Mobilfunknummer oder einer Festnetznummer im Ausland ist die Verbindung über Call-by-Call zum Teil sogar noch deutlich günstiger als die entsprechende VoIP-Verbindung. Die Ersparnis eines VoIP-Anrufs nach Chile (79 Cent/Minute bei 1&1) beträgt gegenüber dem normalen Telekomtarif (119 Cent/Minute) schon 30%; beim günstigsten Call-by-Call-Anbieter (1,9 Cent/Minute) spart man sogar mehr als 98%.

VoIP-Telefonate ins Festnetz sind also mit Vorsicht zu betrachten: Was die Anbieter bei der Grundgebühr sparen, versuchen sie über die Gesprächskosten auszugleichen. Arcor ist hier das beste Beispiel, denn die Gesprächskosten liegen weit über dem Durchschnitt bei niedriger Grundgebühr. Die Anbieter 1&1 und GMX bieten hier das beste Gesamtpaket, denn mit deutschlandweiten Gesprächskosten von 1 Cent/Minute ins Festnetz und ohne Grundgebühr sind sie konkurrenzlos günstig, sogar eine VoIP-Flatrate für 9,90 Euro/Monat wird angeboten. Lediglich bei Mobil- und Auslandsgesprächen sollte man stattdessen auf einen Call-by-Call-Anbieter zurückgreifen.

Generell sollte man seine VoIP-Lösung nach seinen persönlichen Bedürfnissen auswählen. Ist man Vieltelefonierer und benötigt ohnehin einen Breitbandanschluss, lohnt sich die Flatrate (DSL/VoIP) und die Fritz!Box; beträgt aber die monatliche Gesprächskostenabrechnung nur 5 Euro zuzüglich 15 Euro Grundgebühr, sollte man beim klassischen Telefon bleiben. Eine zufriedenstellende Komplettlösung, bestehend aus VoIP-Adapter mit Routingfunktion, DSL- und VoIP-Flatrate und beispielsweise 1&1-Anschluss kostet in der Anschaffung 49,95 Euro und monatlich rund 53 Euro zuzüglich Festnetzgesprächskosten.

9 Wie sicher ist VoIP?

9.1 Sicherheit und Datenschutz

Da VoIP im Gegensatz zu den verbindungsorientierten Netzen der Telefongesellschaften eine verbindungslose Kommunikation bietet, die keine exklusive Nutzung einer Leitung erfordert (s.o.), gehen damit fast zwangsläufig Sicherheitsprobleme einher. Durch die vermehrte Nutzung von Netzen und Medien, auf die viele Anwender Zugriff haben, steigt auch das Interesse am Missbrauch der neuen Technik.

Ein bekanntes Beispiel für einen Missbrauch ist wohl die gezielte Speicherung von Verbindungsdaten: In Dienstleistungsunternehmen und bei Großhändlern eine verbreitete Methode, um Kundengespräche zur späteren Analyse bereitzustellen, wird sie zum mächtigen Instrument für einen Arbeitgeber, der sich durch das Abhören privater Gespräche ungeliebter Mitarbeiter entledigen möchte. Schließlich befindet sich der Router der VoIP-Telefonanlage meist im Firmenbesitz und kann so ohne das Wissen der Mitarbeiter entsprechend manipuliert werden.

Für den Heimanwender hingegen ist diese Problematik eher irrelevant, da ein potentieller Mithörer zuerst die Kontrolle über einen der Knotenpunkte erlangen muss, sei es ein Router im Rechenzentrum oder der Internet-Access-Router des Anwenders selbst.

Prinzipiell ist aber auch er gefährdet: Durch gezieltes DNS-Spoofing (Fälschung der Zuordnung von IP-Adresse und Name eines Rechners in der Datenbank des Nameservers) kann ein Angreifer einen eigenen Knotenpunkt vortäuschen und die Kommunikation auf diesen umleiten. Abhilfe leistet hier die Verschlüsselung der Daten durch das Secure Realtime Transport Protocol SRTP; allerdings nur, wenn Geräte und Software sowohl des Anwenders als auch dessen Gesprächspartners dieses Protokoll unterstützen.

Eine weitere Schwachstelle entsteht bereits beim Verbindungsaufbau mittels SIP-Protokoll: Die von den Endgeräten übertragenen Authentifizierungsdaten zur providerseitigen Ermittlung der Gebühren können - wie oben beschrieben - von Unbefugten abgefangen und mitbenutzt werden, ähnlich einem Identitätsklau bei zu unbeschwertem Umgang mit Zugangsdaten jedweder Art.

Auch besteht durch kleinere Änderungen im SIP-Header die Möglichkeit, dem Anwender einen anderen Gesprächspartner vorzutäuschen, um ihn z.B. zur Herausgabe von sensiblen Daten an den vermeintlich seriösen Gesprächspartner – ob Chef der Hausbank oder Mitarbeiter des ISP – zu bewegen. Dieses sogenannte Phishing wird bereits erfolgreich bei eMails und im Webbereich praktiziert und ist heutzutage bei Betrügern äußerst populär.

Eine Lösung dieses Problems bietet das Protokoll SIPS (SIP over SSL), allerdings ist die zum Verschlüsseln benötigte Rechenleistung enorm, so dass es bisher kaum ein Anbieter einsetzt.

Nutzt man hingegen VoIP über ein VPN-Netz (VoVPN), ist man sogar gegen jeglichen Missbrauch der Protokolldaten gefeit: Hierbei werden VoIP-Verbindungen direkt über eine verschlüsselte Verbindung (Tunnel) transportiert. Das Abhören einer solchen Verbindung ist außerhalb der eigenen Infrastruktur nicht möglich.

Mittlerweile ist es Herstellern von Dialer-Software auch gelungen, diese per VoIP kostenpflichtige Sonderrufnummern anwählen zu lassen. Bisher waren nur ISDN- und Modem-User von dieser Problematik betroffen, da die Breitbandeinwahl über DSL keine herkömmlichen Rufnummern unterstützt; die direkte Anwahl von Telefonnummern bei der VoIP-Kommunikation über Breitbandanschlüsse birgt nun neuerdings auch die Gefahr einer ungewollten kostenpflichtigen Umleitung des Gesprächs durch die Schadsoftware.

Dieses Risiko lässt sich mit Hilfe aktueller Antiviren-Software und einem angemessenen Rechtemanagement für Benutzer auf ein Minimum reduzieren.

Abgesehen von Datendiebstahl, -manipulation und Lauschangriffen existieren über VoIP noch weitere Möglichkeiten, um dem Heimanwender oder Netzwerkadministrator Ärger zu bereiten und sogar ganze Firmennetze lahm zu legen. Als Beispiel eignen sich hier so genannte Denial-Of-Service-Attacken („Dienstverweigerungsangriffe“), wie sie bereits des öfteren auf wichtige oder besonders (un-)populäre Server verübt werden, mit dem Ziel, bestimmte Dienste außer Funktion zu setzen oder wenigstens unbrauchbar zu machen: Der Angreifer überflutet dabei den Server mit mehr Anfragen an den entsprechenden Dienst, als dieser in der Lage ist, zu verarbeiten.

Konkret bedeutet das für VoIP, dass ein Angreifer den Server einer Telefonanlage mit SIP-Paketen überflutet, bis dieser den Dienst verweigert. Denkbar wäre auch das Überfluten der angeschlossenen Endgeräte mit manipulierten Paketen, die beispielsweise ein Klingelsignal am Endgerät auslösen. Damit wäre die gesamte Telefonanlage unbrauchbar.

Gegen DoS-Attacken gibt es bisher nur unzureichenden Schutz; zumeist verhindern die Sicherheitsmechanismen ihrerseits die weitere Ausführung des angegriffenen Dienstes, indem sie beispielsweise den benötigten Port sperren. Selbst professionelle Lösungen versagen häufig aufgrund von Softwareexploits (Sicherheitslücken); entsprechende Meldungen erscheinen regelmäßig in den News bekannter IT-Webseiten.

Es besteht also durchaus Bedarf an weiteren Sicherheitskonzepten für VoIP. Generell haben große Unternehmen im Bereich Sicherheit aufgrund professioneller Sicherungssysteme und besserer finanzieller Möglichkeiten einen gewaltigen Vorteil gegenüber Heimanwendern und kleinen Firmen, die ihre (Telefon-)Netze nur mit Low-Cost-Geräten und -Software absichern können. Dramatisch ist die momentane Situation aber auch für diese nicht, da für einen möglichen Angriff fast immer größere Anstrengungen und ein gewisses Know-How nötig sind, solange die erwähnten Verschlüsselungsmechanismen benutzt werden.

9.2 Ausfallsicherheit

Da für die VoIP-Kommunikation in der Regel mehr Einzelkomponenten benötigt werden als für die klassische Telefonie, die sich auf ein Endgerät und evtl. eine ISDN-Anlage beschränkt, ist hier das Ausfallrisiko deutlich höher: Beginnend mit den Komponenten des Rechners, deren Ausfall entweder den Rechner selbst oder seinen Zugriff auf das angeschlossene Netzwerk außer Funktion setzt, über das Breitbandmodem bis hin zum DSL-Splitter benötigt jedes einzelne dieser Geräte eine externe Spannungsversorgung; bei einem Stromausfall bliebe also das VoIP-Telefon tot. Das Festnetztelefon hingegen besitzt eine eigene Spannungsversorgung über den Telefonanschluss, die bei einem Stromausfall des regulären Stromnetzes weiterhin Telefonate ermöglicht.

Bei Softphones ist auch ein Absturz des Betriebssystems oder ein Fehler in der benutzten Software ein Risiko.

10 Welche rechtlichen Erfordernisse ergeben sich?

Nicht nur in Deutschland wird die rechtliche Situation um VoIP heiß diskutiert, die fehlende Ortsgebundenheit von VoIP wirft auch in anderen Ländern Probleme auf, seit beispielsweise in den USA aufgrund fehlender Notrufnummern Menschen zu Schaden kamen. Daraufhin wurden Anfang Juni 2005 die VoIP-Anbieter verpflichtet, solche binnen 120 Tagen bereitzustellen; ebenso sollen sie nach den Vorstellungen der U.S. Federal Communications Commission den Notrufzentralen die gegenwärtigen Standortdaten ihrer Nutzer mitteilen, um im Notfall eine sinnvolle Nutzung der Notrufnummern zu gewährleisten. Um das zu erreichen, bedarf es natürlich auch einer Mitteilungspflicht durch den Kunden bei Standortwechsel.

In Deutschland fehlt bislang eine solche Regelung; dennoch sind Anbieter von Telefondiensten bereits verpflichtet, Notrufe gezielt an die Notrufzentralen zu übermitteln. Eine vollständige Lösung des Standortproblems ist momentan aber noch nicht absehbar.

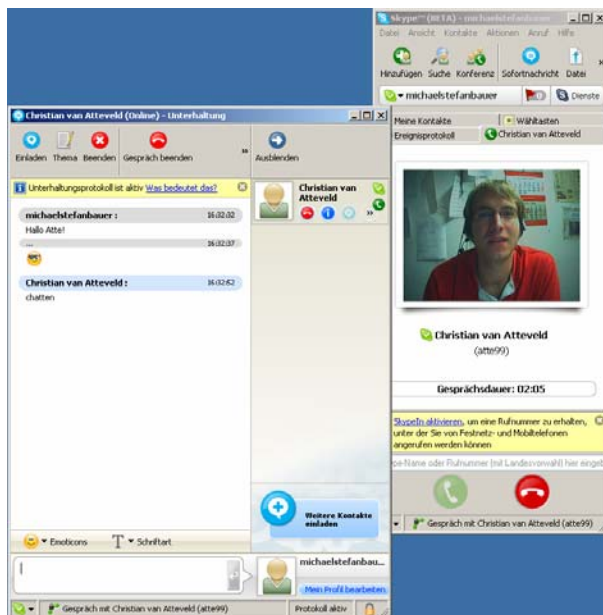
Der Krieg gegen den Terror fordert auch im Telekommunikationsbereich Opfer von Benutzern und Anbietern gleichermaßen: So ist der Telekommunikationsanbieter neuerdings verpflichtet, „technische Einrichtungen zur Umsetzung von Überwachungsmaßnahmen“ vorzuhalten. Die Entwicklung und Einführung einer geeigneten Überwachungstechnik und erforderlicher Maßnahmen ist jedoch nach dem heutigen Stand nicht vor 2007 zu erwarten; bis dahin soll VoIP „an einen bestimmten überwachbaren Internetzugang gebunden“ sein. Ebenso sollen laut Bundesnetzagentur bis Ende 2005 die Anbieter technisch in der Lage sein, die Verbindungsdaten ihrer Kunden zu ermitteln um sie auf Anfrage an Strafverfolgungsbehörden herauszugeben. Eine entsprechende Regelung wurde im Juli 2005 veröffentlicht.

Interessant ist in diesem Kontext auch die von der EU geplante Speicherung aller Internet-Verbindungsdaten durch den Provider. Man ist sich im Parlament momentan noch nicht einig über die Dauer der Speicherung dieser personenbezogenen Daten; fest steht allerdings, dass ein enormer (Hardware-)Aufwand von Providerseite nötig sein wird, um die gewaltigen Datenmengen geeignet zu sichern.

Zu weiteren Schwierigkeiten führt die Bündelung von DSL- und Festnetzanschluss. Kaum ein Anbieter stellt momentan einen eigenen DSL-Anschluss zur Verfügung, der ohne den Standardanschluss der Telekom auskommt. Da die Telekom aber verständlicherweise nicht auf die Gebühren aus der Nutzung der so genannten letzten Meile, also des Abschnitts von der Vermittlungsstelle zum Endkunden, verzichten kann und will, und andere Anbieter die gewaltigen Kosten scheuen, ihrerseits eine geeignete Infrastruktur zu errichten, besteht für den Kunden kaum eine Alternative zum Festnetzanschluss. Ohne Eingreifen der Regulierungsbehörde wird es in dieser Problematik letztlich keine Lösung geben, denn die Telekom kann aufgrund immenser Personalkosten durch unkündbare Mitarbeiter aus der Zeit vor der Privatisierung einen Wegfall der letzten Meile wohl kaum kompensieren und ist dementsprechend auch nicht kompromissbereit.

Für den VoIP-Markt ist eine Neuregelung zwingend erforderlich, denn die Mehrkosten durch die Bündelung belasten letztendlich den Nutzer und verhindern so eine weitere Ausbreitung der Technik.

11 Softphone-Lösung Skype



Jeder, der sich mit IP-Telefonie beschäftigt, wird eher früher als später über die Software „Skype“ stolpern, die sich als erfolgreichster Vertreter mit mittlerweile 54 Millionen Downloads in der Sparte Softphones etabliert hat. Hinter der Entwicklung von Skype verbergen sich die beiden Skandinavier Niklas Zennström und Janus Friis, die sich in der Internetgemeinde durch die P2P-Software-KaZaa einen Namen gemacht haben. Die rechtliche Zwielfichtigkeit der Tauschbörse machte den Anfang von Skype unnötig schwer, letztendlich brachte eine angeordnete Studie positive Aspekte zu Tage, wodurch die Kritiker verstummen.

In die Schlagzeilen geraten ist der Skype vor kurzem bzgl. der Übernahme durch ebay. Das US-Unternehmen legte 4,1 Milliarden Dollar auf den Tisch, was unter Experten ein viel zu hoher Preis gewesen ist.

Die aktuelle Anzahl der User, die die Software regelmäßig nutzen, will die Firma ebay nicht veröffentlichen, für viele ein Indiz, dass die dabei zu Tage beförderte Zahl weit geringer als bisher vermutet ausfallen würde.

Für viele ist klar, dass die meisten Skype-User nie für den Ihnen angebotenen Service bezahlen würden, ebay also Schwierigkeiten haben dürfte, die Kaufsumme sowie sämtliche laufenden Kosten zu decken.

11.1 Einführung

Skype gibt es für die Betriebssysteme Windows, Linux, Mac OS X sowie Pocket PC. Es handelt sich um eine proprietär lizenzierte kostenlose Software, also urheberrechtlich geschützt ohne Freilegung des Quellcodes, jedoch frei verwendbar. Zum Betreiben sollte man über ein Headset verfügen, eine Internetanbindung via Modem reicht prinzipiell, ISDN wird empfohlen.

Das Telefonieren von Skype-Usern unter sich ist kostenlos, dass Feature SkypeOut, welches Anrufe ins Mobil- sowie Festnetz erlaubt, verlangt pro Minute für die gängigsten Zielländer 1,7 ct, in Mobilfunknetze 25 ct, alle weiteren Länderpreise sind in einer Tabelle festgelegt. Über normale Überweisungen als auch per PayPal etc. wird ein Account aufgeladen (verfügbar sind 10 € Pakete), welcher nach Gutschriften des entsprechenden Betrages abtelefoniert werden kann, eine Verfallsfrist ist momentan nicht vorhanden. Ausgenommen sind Sonder- bzw. Notrufnummern. Als weitere Option steht Skypeln zur Verfügung: ein User, der sich eine Skypenummer gekauft hat (pro Quartal für 10 €, pro Jahr für 30 €), ist über diese weltweit erreichbar, soweit er sich in Skype einloggt. Der Anrufer zahlt den von ihm aus zu der jeweiligen Rufnummer geltenden Tarif. Hierbei ist zu beachten, dass es aktuell noch keine deutschen Nummern zu erwerben gibt, da Skype genauso wie andere VoIP-Anbieter an die Vorgabe gebunden ist, Nummern bestimmter Ortsnetze nur an Personen zu vergeben, die ihren Wohnsitz in eben jenem Ortsnetz haben. Es ist abzusehen, dass, sollte sich die Lösung mit der gesonderten 032-Vorwahl

etablieren, auch Skype auf den Zug mit aufspringt und deutsche Nummern anbietet. Sollte der angerufene Skyper mal nicht erreichbar sein, ist es möglich, eine Nachricht auf einem für den Empfänger kostenpflichtigen Anrufbeantworter zu hinterlassen.

Die Installation der Software ist denkbar einfach, auch unerfahrene Computernutzer sollten hier keinerlei Probleme haben.

ICQ oder ähnliche Programme gehören schon lange zum Standard im Internet, Skype orientiert sich designtechnisch an ebensolchen Lösungen, was es dem Nutzer von Beginn an einfach macht, sich zurecht zu finden. Die Kontaktliste ist in mehrere Gruppen unterteilbar, auf Wunsch können registrierte User persönliche Angaben sowie einen Avatar (kleines Bild, z.B. Passfoto) hochladen. Zum Anrufen wird per Mausklick der gewünschte Gesprächspartner ausgewählt, ein Klick auf den grünen Hörer links unten startet den Verbindungsaufbau. Zum Beenden dient der rote Hörer in der rechten unteren Ecke. Über Ereignisse in Abwesenheit informiert der Dienstmanager in der unteren Hälfte. Die Menüzeile am oberen Rand bietet zahlreiche Optionen, von Einstellungen den Klang betreffend über das Starten einer Konferenzschaltung bis zum Versenden der eigenen vcard (elektronische Visitenkarte).

Ferner ist in den neuen Skype-Version eine Videotelefonie mit bis zu 5 Teilnehmern möglich, die Übertragungsqualität richtet sich hier verständlicherweise stark nach der Bandbreite der Verbindung, dieses Feature macht erst ab einem DSL-Anschluss richtig Spaß.

Mittlerweile wechseln viele User von Ihrem Instant Messenger, z.B. ICQ, zu Skype, da die Funktionsvielfalt größer ist. Es vereint neben der bereits erwähnten Telefonie-Funktion noch die beiden Features Chat und Dateitransfer, was es für viele User zu einer interessanten Kombilösung macht.

11.2 Besonderheiten

Der größte Teil vergleichbarer Software hat Schwierigkeiten mit der Erreichbarkeit von Rechnern, die sich hinter einer Firewall verbergen. Skype umgeht das Problem, indem es zur Kommunikation unter anderem TCP-Port 80 erlaubt, welcher für das Surfen im Internet benötigt wird und somit geöffnet sein sollte.

Zur bestmöglichen Gesprächssicherheit setzt Skype auf AES-256, ein symmetrisches Verschlüsselungsverfahren, welches z.B. bei SSH seine Anwendung findet.

Als Codec wird auf eine eigene Variante des ILBC (Internet Low Bitrate Codec) zurückgegriffen, welche speziell auf schmalbandige Verbindungen zugeschnitten ist. Bei einer benötigten Bandbreite von 13,3 kbit/s liefert dieser eine in der Regel hochwertigere Qualität als G. 729A, welcher einen MOS von 4,2 hat, also schon als ausreichend zur problemlosen Kommunikation angesehen wird.

Skype war in früheren Versionen noch teilweise dezentralisiert, die Authentifizierung wurde an einem Server erledigt. Beispielsweise lag die Kontaktliste aber lokal auf der jeweiligen Festplatte des Nutzers, was den Nachteil mitbrachte, dass die Kontakte nicht von einem Rechner zum anderen mitgenommen werden konnten. Hier zeigt sich die enge Zusammenarbeit der Entwickler mit den Usern. Auf Drängen der Community erschien kurze Zeit später eine neue Skype-Version, die als neues Feature das zentralisierte Telefonbuch anbot. Sollte ein Nutzer jedoch eine Idee haben, die nicht unmittelbar oder gar nicht von den Entwicklern aufgegriffen wird, so bedeutet dies, die nötigen Kenntnisse vorausgesetzt, immer noch nicht das Aus eines Vorschlags. Es steht ein Developer Kit zur Verfügung, mit dem es möglich ist, mit Hilfe von Visual Basic sowie C++ Ergänzungstools zum Hauptprogramm herzustellen. So wird zum Beispiel von Skype selber ein kostenpflichtiger

Anrufbeantworter bereitgestellt, aus der Skype-Community heraus ist ebenfalls ein solches Projekt verwirklicht worden, dessen Nutzung ist kostenlos. Ein weiteres Feature ist eine Toolbar für alle gängigen Browser, die die Steuerung von Skype beispielsweise aus Firefox heraus erlaubt.

Doch neben den zahlreichen Möglichkeiten, die sich in Zukunft sicherlich noch vermehren werden, gibt es auch entscheidende Kritikpunkte: So ist für die Nutzung von Skype zwingend ein eingeschalteter Computer notwendig, ferner sind aufgrund des verwendeten proprietären Protokolls Skype-User auf sich gestellt, VoIP-User, die SIP benutzen, können nicht kontaktiert werden, ein Problem, dass die Entwickler erkannt haben und für welches in der nächsten Zeit hoffentlich eine Lösung gefunden werden kann.

Für das erste Defizit ist derzeit noch keine Lösung in Sicht, allerdings gibt es mittlerweile Hardware, die den Komfort von Skype bedeutend anhebt. Die Firma RTX hat das „Cordless DUALphone“ entwickelt, ein schnurloses Telefon, welches sowohl ans Festnetz als auch per USB an den PC angeschlossen werden kann. Der Computer muss zur Nutzung der Skype-Funktion an sein, er kann dann selber wählen, ob er lieber über VoIP oder das klassische Telefonnetz telefonieren möchte. Von dem Unternehmen YapperNut ist die „YapperBox“ auf dem Markt, sie ist ähnlich konzipiert wie das „Cordless DUALphone“, jedoch bietet diese Variante kein eigenes Telefon, sondern die Möglichkeit, dass alte Gerät weiter zu verwenden. Siemens bietet für alle Nutzer eines Gigaset-Telefons einen USB-Dongle an, über den die Basisstation kabellos mit dem PC kommunizieren und unter anderem Skype als VoIP-Software nutzen kann.

11.3 Vergleich Skype und SIP

Mittlerweile sind alle gängigen VoIP-Anbieter, einschließlich diverser Softphone-Lösungen, auf den SIP-Zug aufgesprungen. Nur Skype macht den Trend nicht mit und setzt weiter auf den eigens entwickelten VoIP-Standard. Beachten man dass jeweilige Anwendungsgebiet, so wird deutlich warum. Während SIP im Begriff ist, der aktuellen Festnetztelefonie in nächster Zeit den Rang abzulaufen, ist die Grundidee hinter Skype eine ganz andere: das kostenlose Kommunizieren mit Freunden steht klar im Vordergrund. Mit fortschreitender Entwicklung schließt sich die Lücke jedoch immer mehr. Aufgrund von Verträgen unter den einzelnen VoIP-Anbietern sind auch im SIP-Standard teilweise kostenlose Gespräche möglich, auf der anderen Seite können Skyper mittlerweile ins Fest- bzw. Mobilfunknetz anrufen, und mit Skypeln wird auch der Weg in die andere Richtung geebnet.

Bei der verfügbaren Hardware hat technisch gesehen SIP die Nase vorne, denn immer mehr Hersteller haben SIP-Endgeräte in ihrem Sortiment. DSL-Router der aktuellen Generation bieten die nötige SIP-Unterstützung und die Möglichkeit, analoge Endgeräte, die dann intern in einen Datenstrom umgewandelt werden, anzuschließen. Reine SIP-Geräte gibt es zwar auch schon, diese sind aber aufgrund des Preises eher für Unternehmen denn für Privatanwender interessant, es sei denn, beim Providerwechsel lassen sich kostengünstig entsprechende Geräte „abstauben“. Auf der Seite von Skype gibt es neben den bereits oben erwähnten Endgeräten derzeit keine Alternative, dazu kommt der Nachteil, dass zum skypen der Rechner online sein muss.

Bei der Frage, welche Lösung einfacher zu handhaben ist, punktet eindeutig Skype, leichter ist das klassische Telefonieren auch nicht.

Beim Vergleich der Kosten kommt es auf den jeweiligen Nutzer an. Einrichtungs- oder Grundgebühren entfallen bei beiden Lösungsansätzen, Gespräche ins deutsche

Festnetz kosten bei Skype 1,7 ct/min, SIP-Tarife liegen hier tendenziell drunter. Bei Gesprächen ins ausländische Festnetz dreht sich das Bild teilweise, ist es doch über Skype möglich, in viele andere Länder ebenfalls für 1,7 ct/min zu telefonieren, bei SIP ist dies meistens teurer. Anrufe in Mobilfunknetze kosten bei Skype 25 ct/min, hier punktet wiederum der SIP-Standard.

Das Rufnummernproblem haben beide Produkte. Skype erst seit kurzem, denn erst durch das kostenpflichtige Zusatzfeature Skypeln sind Skypler überhaupt anrufbar, jedoch nicht unter einer deutschen Nummer. Hier wird die Zukunft zeigen, welche Rolle die 032-Vorwahl einnimmt.

Qualitativ sind beide Alternativen im Vergleich zur Festnetztelefonie gleichauf, phasenweise ist die gebotene Qualität der VoIP-Produkte sogar besser als die klassische Variante, gelegentlich kommt es jedoch auch zu leichten Aussetzern. Bei beiden Vertretern funktioniert der Gesprächsaufbau einwandfrei, nur in seltenen Fällen kommt eine Verbindung nicht zu Stande.

Durch den von Skype verwendeten Codec ist es auch Modem- bzw. ISDN-Benutzern möglich, Gespräche per VoIP zu führen. SIP unterstützt generell auch Schmalbandanschlüsse, jedoch wäre die Verwendung eines entsprechenden Codec mit hohen Kosten verbunden, aus diesem Grund fällt diese Option bei den meisten Anbietern heraus.

Für zukünftige Spielereien dürfte die leichte Erweiterbarkeit des SIP-Standards sorgen, das Protokoll selbst sorgt nur für den Verbindungsaufbau, die Integration von anderen Multimediainhalten wie z.B. Videotelefonie ist leicht möglich. Die Skype-Technik liegt nicht offen, es ist nur zu vermuten, dass die Entwickler sicherlich versuchen werden, innovative Ideen für Ihre Software umzusetzen, schließlich hat sich Skype in nur zwei Jahren so einer Art Kultstatus im Internet entwickelt.

Festzuhalten bleiben die grundsätzlich verschiedenen Ansätze der beiden Lösungen. Als Alternative zur Festnetztelefonie taugt Skype momentan sicher nicht, hier ist SIP mittlerweile soweit, dass sich einige ehemalige Festnetzkunden zu Recht auf neues Gebiet vorwagen. Für den kurzen Plausch zwischendurch oder für Gespräche ins Ausland von PC zu PC vermittelt Skype ein unschlagbares Angebot, wo vor kurzer Zeit nur per Email kommuniziert wurde, da Telefonate zu teuer waren, ermöglicht Skype den kostenlosen Austausch von Informationen.

13 Ausblick / Fazit

VoIP lohnt sich bislang nur für Firmen und Vieltelefonierer, die ohnehin eine DSL-Leitung benötigen. Durch die für den Verbraucher unnötige Bündelung von Analog- und Breitbandanschluss entstehen monatliche Kosten, die die eines Wenigtelefonierers bei Weitem übersteigen. Dies könnte sich jedoch mit einer Abschaffung des Privilegs der letzten Meile durch die Regulierungsbehörde bald ändern; erst dann ist ein echter Konkurrenzkampf auf dem Telekommunikationsmarkt zu erwarten.

Dennoch bietet die Technik schon jetzt dem Privatanutzer eine Reihe von Vorteilen: Die fehlende Ortsgebundenheit bietet eine Flexibilität, die der eines Mobiltelefons in fast nichts nachsteht; Voraussetzung ist lediglich ein Breitbandanschluss. Die Geräte sind mittlerweile in der Lage, eine komplette Telefonanlage zu ersetzen und werden bei Abschluss eines Vertrages beim Anbieter meist kostenlos verteilt.

Aber auch ohne aufwendige Hardware wird IP-Kommunikation im Handumdrehen möglich; Softphones wie Skype bieten dem PC-User umfangreiche Konfigurationsmöglichkeiten und sind komfortabel nutzbar. Die Ausfallsicherheit der neuen Technik steht zwar aufgrund vieler Einzelkomponenten leicht hinter der extrem robusten Festnetztelefonie zurück; ein plötzlicher Verbindungsabbruch ist im Allgemeinen aber selten.

Auch die Sprachqualität von VoIP braucht den Vergleich mit der Festnetztelefonie nicht zu scheuen, denn je nach benutztem Codec liegt sie sogar höher als bei der klassischen Variante. Einziges Manko sind Übertragungsprobleme wie Verzögerungen oder verworfene Pakete aufgrund von hoher Netzbelastung.

Besonders im Firmenbereich erfreut sich VoIP großer Beliebtheit, denn die Vielfalt an Funktionen und die Flexibilität beim Aufbau eines Firmennetzes stellt hier die Festnetztelefonie deutlich in den Schatten. Professionelle Hardwarelösungen ermöglichen zusätzlich einen wirkungsvollen Schutz gegen Angreifer aus dem Netz.

Bedenkenswert ist allerdings der Sicherheitsaspekt: galt bisher das Telefonat als abhörsicher gegenüber Unbefugten, ist das Abhören von VoIP-Gesprächen nun generell möglich, die geeigneten Kenntnisse vorausgesetzt. Deshalb ist hier ein grundsätzliches Umdenken erforderlich, um es Kriminellen zumindest zu erschweren, an vertrauliche Informationen zu gelangen. Die durchgängige Unterstützung von Verschlüsselungsstandards durch die Anbieter ist dabei elementar. Weitere Mechanismen werden mit fortschreitender Entwicklung und Verbreitung der Technik notwendig werden, will man nicht den Erfolg von VoIP angesichts des drohenden Missbrauchs durch „Script-Kiddies“ gefährden.

Nachteilig wirkt sich bei VoIP auch die bisweilen unklare Rechtslage aus, die von den Anbietern teilweise umfangreiche Nachbesserungen verlangt, wenn eine Neuregelung in Kraft tritt; letztendlich bezahlt diese der Kunde.

Abzuwarten bleiben die weiteren technischen Neuentwicklungen auf dem Gebiet der Internet-Telefonie. Der Komfort wird durch neue Funktionen ständig verbessert werden, ob sich letztendlich eine Alternative zur klassischen Telefonie ergibt, entscheidet wie immer der Nutzer.

Anhang

Literaturverzeichnis:

Zeitschriften: iX 10/2005
iX 11/2005
c't 3/2005
c't 6/2005
c't 12/2005

Publikationen:

Dr. M. Barth, *Internet-Telefonie*

Webseiten:

www.wikipedia.org
www.netzwelt.de
www.dirks-computerecke.de/voip
www.onlinekosten.de/voip
www.fachinformatik.net

Homepages diverser VoIP-Anbieter
Homepages diverser Hardware-Hersteller